



Universidade de Aveiro
2016

Departamento de Economia, Gestão,
Engenharia Industrial e Turismo

David José
Martins Mendes

Preparação da logística interna para a
automatização do abastecimento às linhas de
montagem da CACIA



Universidade de Aveiro
2016

Departamento de Economia, Gestão, Engenharia
Industrial e Turismo

David José
Martins Mendes

Preparação da logística interna para a automatização do abastecimento às linhas de montagem da CACIA

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Professor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

"Obstáculos são aqueles perigos que vemos quando tiramos os olhos do nosso objetivo"

Henry Ford

o júri
Presidente

Professora Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Rui Manuel Alves Silva Sousa
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Professor Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar do Departamento da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço aos meus pais, que a sua vida de trabalho, respeito e humildade fizeram de mim o homem que sou hoje. Aos meus irmãos o suporte, conforto e motivação para a procura incessante de novos desafios. Um carinho especial à minha namorada que esteve presente nos momentos mais difíceis e nos momentos de celebração das metas atingidas sem nunca deixar de acreditar em mim.

Agradeço à Renault CACIA pelo acolhimento e oportunidade em participar num projeto de relevância para o futuro industrial da mesma.

Um abraço a todos os colegas da Renault CACIA que foram sempre disponíveis para as dificuldades que surgiam. Obrigado a todos os operadores com quem tive a oportunidade de trabalhar e que sempre me incluíram no seu meio profissional.

Um agradecimento solene ao meu tutor de estágio, Eng^o Luis Vara pela formação e acompanhamento durante todo o estágio. Foi uma escola para a minha vida profissional os ensinamentos transmitidos nas mais variadas situações.

Um grande agradecimento ao Professor Rui Borges pela disponibilidade, seriedade e profissionalismo demonstrado ao longo do meu percurso académico e neste momento final.

palavras-chave

Logística interna, automatização, AGV

Resumo

O presente relatório descreve um projeto que teve como principal objectivo a minimização do impacto da logística interna no valor de um Key performance Indicator (KPI) que mede a competitividade das linhas de montagem no grupo Renault-Nissan. Assim recorreu-se a um levantamento de todas as actividades logísticas associadas às linhas de montagem para identificação da actividade mais crítica a um aumento capacitário.

Com a devida recolha de dados foi possível identificar melhorias no processo logístico, reduzir a participação de mão-de-obra direta no abastecimento às linhas de montagem e assegurar a capacidade de resposta no aumento da cadência produtiva.

A proposta apresentada traduziu-se num impacto positivo no KPI e no avanço da implementação de *Automated Guided Vehicles* como solução aos novos desafios.

keywords

Internal Logistics, Automatization, AGV

abstract

This report describes a project that had as main objective to minimize the impact of internal logistics in the value of a Key Performance Indicator (KPI) that measures the competitiveness of assembly lines in the Renault-Nissan group. Thus appealed to a survey of all logistical activities associated with assembly lines for activity identification more critical to a capacity increase.

With proper data collection was possible to identify improvements in logistical processes, reduce the share of skilled labor in the direct supply to assembly lines and ensure responsiveness in increasing production cadence.

The proposal has resulted in a positive impact on the KPI and advancing the implementation of Automated Guided Vehicles as a solution to the new challenges.

Índice

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1 Contextualização.....	1
1.2 Objetivos do trabalho	3
1.3 Estrutura do Documento	4
Capítulo 2 – Enquadramento Teórico	5
2.1 Lean Manufacturing	5
2.1.1 Muda – Os 8 desperdícios.....	7
2.1.2 Sistema pull	8
2.1.3 Just In Time.....	10
2.2 Logística Industrial	13
2.2.1 Mizusumashi	16
2.2.2 Automated Guided Vehicle.....	16
2.3 Simulação Industrial.....	19
Capítulo 3 – Caracterização da Empresa	25
3.1 O Grupo Renault.....	25
3.1.1 Alliance Production Way (APW)	26
3.1.2 Design Standard Time Ratio	28
3.2 Renault CACIA, SA	29
3.2.1 Aprovisionamento de Embalagens.....	30
3.2.2 Meios de movimentação	32
Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto.....	34
4.1 Descrição da situação atual	34
4.1.1. Picking	36
4.1.2. Kanban.....	37
4.1.3 Voltas Pièces Ouvrées à l'Extérieur	39
4.1.4. Final de Linha.....	40
4.1.5 Sofrastock	42
4.1.6 Pólo de Preparações.....	44
4.2 Melhoria do Design Standard Time Ratio através da Logística.	46
4.3 Escolha da actividade Logística	47
4.4. Situação Futura.....	49
4.4.1 Planeamento	49
4.4.2 Memória descritiva do final de linha	50
4.4.2.1 Função cintagem de caixas.....	51

4.4.2.2 Função recolha e abastecimento de embalagens.....	54
4.4.2.3 Função preparação embalagens para exportação.....	57
4.5 Apresentação de proposta	60
4.5.1 Automatização do Final de Linha	61
4.5.2 AGV	62
4.5.3 Bases Rolantes	63
4.5.4 Nova localização do Internal Logistics Network e descarga	64
4.5.5 Fluxo logístico	66
4.5.6 Modo de funcionamento.....	67
4.6 Simulação	68
4.6.1-Modelação.....	69
4.6.2-Passos de otimização do Sistema.....	71
4.7 Análise dos resultados	74
Capítulo 5 – Conclusão	77
5.1 Limitações ao projeto	78
5.2 Trabalhos futuros	79
Referências Bibliográfica	81
Anexos.....	84

Índice de Figuras

Figura 1 - Desenho conceptual de um AGV	16
Figura 2 - Mapa Mundo Renault	25
Figura 3 - Destinos de exportação da Renault CACIA	29
Figura 4 - Organigrama Organizacional Renault CACIA	30
Figura 5 - Exemplo pequena (esquerda) e grande embalagem (direita).....	31
Figura 6 - Exemplo de armazenamento com etiqueta gália	32
Figura 7 - (a) AGV, (b) empilhador e (c) charlatte em funções.....	33
Figura 8 - Resultados DSTR 2015.....	34
Figura 9 - Actividades da Logistica na Montagem	35
Figura 10 - Fluxos Logísticos do Picking	36
Figura 11 - Operador Picking a abastecer kit's.....	36
Figura 12 - Fluxo logístico do Kanban	37
Figura 13 - AGV kanban a chegar ao ponto de recolha	38
Figura 14 - Fluxos logísticos das voltas POE	39
Figura 15 - Operador a carregar bases para volta POE	40
Figura 16 - Fluxo logístico de Sofrasotck.....	42
Figura 17 - Operador Sofrastock a carregar bases	43
Figura 18 - Fluxo logístico dos AGV's do Polo de Preparações	44
Figura 19 - Operador a carregar CM para bases do AGV.....	45
Figura 20 - Componente Mão-de-Obra Direta logística no ano de 2015	46
Figura 21 - Taxa de ocupação por Actividade logística (Fonte: Renault CACIA).....	47
Figura 22 - Calendarização do projeto.....	49
Figura 23 - Operador na cintagem de caixas.....	51
Figura 24 - Fluxo do operador de cintagem.....	52
Figura 25 - Modo de funcionamento para cintagem de caixas.....	52
Figura 26 - VA/NVA função cintagem	53
Figura 27 - Operador na descarga do final de linha	54
Figura 28 - Fluxo logístico da recolha e abastecimento de embalagens	54
Figura 29 - Modo de funcionamento do abastecimento e recolha de embalagens	55
Figura 30 - VA/NVA da recolha e entrega de embalagens.....	56
Figura 31 - Embalagem RV5 para exportação	57
Figura 32 - Fluxo logístico do operador de embalagens para exportação	57
Figura 33 - Modo de Funcionamento preparação embalagens para exportação.....	58
Figura 34 - VA/NVA Preparação de embalagens para exportação	59
Figura 35 - Proposta de AGV para final de linha	62
Figura 36 - Base antiga e proposta de base dinâmica	63
Figura 37 - Nova localização do ILN, antes e depois	64
Figura 38 - Detalhe da mudança do ILN, antes e depois	65

Figura 39 - Novo trajeto completo para AGV	66
Figura 40 - Fluxo do AGV nas linhas de montagem	66
Figura 41 - Modo Funcionamento Operador Recolha, abastecimento de embalagens e do Operador Preparação Embalagens para exportação	67
Figura 42 - Modelação em ARENA.....	70
Figura 43 - Comparativos de gastos do antes e depois (valores indicativos)	74
Figura 44 - Componente MOD logística, valores previstos	75
Figura 45 - Trajetória DSTR 2016, valores previstos	76

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Princípios Definidos por Womack e Jones (2003).....	6
Tabela 2 - Visão tradicional vs Just In Time (Cohen et al, 2005)	12
Tabela 3 - Mizumashi vs Meios Tradicionais, Nomura & Takakuwa, 2006, adaptado	15
Tabela 4 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 1	71
Tabela 5 - Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 1	71
Tabela 6 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 1	71
Tabela 7 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 2	72
Tabela 8 - Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 2	72
Tabela 9 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 2	72
Tabela 10 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 3	73
Tabela 11 - Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 3	73
Tabela 12 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 3	73

Lista de Acrónimos

AGV – *Automated Guided Vehicle*

APW – *Alliance Production Way* (Sistema de Produção da Aliança)

BR – Base Rolante (do comboio logístico)

BRT - Bruto

CACIA – Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel

Charlatte – Trator/carro elétrico

CM – Componentes Mecânicos

CV – Caixas de Velocidades

DSTR – *Design Standard Time Ratio*

FIFO – *First In, First Out*

ILN – *Internal Logistic Network*

GE – *Gros Emballage* (Grande Embalagem)

GPI – *Gestión Produit Interne*

MOD – Mão-de-obra Direta

MPR – Magasin de Pièces de Rechange (Armazém de Peças de Substituição)

PA – Produto Acabado

PB – Peça Branca

PE – *Petit Emballage* (Pequena Embalagem)

POE – *Pièces Ouvrées à l'Extérieur* (Peça Fabricada no Exterior ao Grupo)

POI – *Pièces Ouvrées à l'Intérieur* (Peça Fabricada Internamente)

QRQC – *Quick Response Quality Control*

SFKI – *Sofrastock International*

SPR – *Système de Production Renault* (Sistema de Produção Renault)

STR – *Standard Time Ratio*

UC – *Unité de Conditionnement* (Unidade de Condicionamento – embalagem manuseada à mão)

UET – Unidade Elementar de Trabalho

UM – *Unité de Manutention* (Unidade de Manuseamento – palete e/ou contentor)

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Contextualização

O presente documento descreve o projeto realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, da Universidade de Aveiro, realizado no Departamento de Logística Industrial da empresa Renault CACIA, a partir de setembro de 2015, com uma duração de oito meses. O projeto consistiu na diminuição da presença da logística interna no indicador de competitividade da empresa através da automatização do abastecimento interno às linhas de produção com recurso a *automated guided vehicles*, decorrendo um estudo do uso desse meio de movimentação e partes envolventes, como a organização do processo.

A realidade actual está marcada pela competição das empresas, em mercados caracterizados pela procura de produtos de qualidade elevada e com custos de produção e prazos de entrega os mais baixos possíveis. Para que seja possível às empresas manterem-se competitivas é necessário ajustar e melhorar permanentemente os seus sistemas de produção.

A indústria automóvel é sem dúvida um caso de estudo para o progresso industrial. É um setor que investe cada vez mais nos avanços tecnológicos cujo nível de custo apenas pode ser suportado pelas grandes empresas com um mercado extremamente exigente. Produzir com qualidade num menor espaço de tempo e com baixo custo é uma receita que os construtores automóveis tentam aperfeiçoar. Sendo que a Renault CACIA se insere num dos maiores grupos da indústria automóvel a nível mundial, a mesma compete diretamente com as fábricas do grupo espalhadas pelo mundo. Fazer parte de um grupo de tão grande reconhecimento, a diferenciação interna, exige ainda mais progresso e melhoria contínua, exige perfeição e pressecução de objetivos cada vez mais ambiciosos.

A logística interna é na ótica da indústria automóvel uma actividade sem valor acrescentado no produto. O cliente final não paga por atividades logísticas realizadas no âmbito da produção, mas sim um veículo com determinadas características presentes no mesmo. Então na logística pretende-se fazer mais com menos, e para alcançar esse objetivo, neste projeto, foi necessário perceber onde e quando é que os produtos são produzidos, bem como a forma como são transportados.

Devemos entender que na atualidade, não se espera apenas garantia do abastecimento interno para que as linhas de montagem não parem. Pretende-se melhorar a segurança no trabalho. Deste modo é missão da Renault CACIA a eliminação de meios de movimentação com elevado risco de acidentes de trabalho. Por outro lado, existe a necessidade do aumento capacitário para responder à procura e à sincronização com o cliente.

Desta forma, devemos planear as atividades de suporte à produção para que a movimentação e abastecimento de materiais e componentes sejam realizados em tempo útil, na quantidade certa e na segurança para todos os intervenientes. A automatização é um caminho a percorrer, um desafio a aceitar e uma mudança na abordagem ao contexto logístico na indústria automóvel.

1.2 Objetivos do trabalho

Perante a proposta de estágio curricular na empresa, os objectivos do trabalho assentam nas seguintes permissas:

- Segurança é a prioridade: as propostas apresentadas devem respeitar as normas da empresa e devem ser consideradas como pilar base na execução de novas propostas;
- Redução do impacto da logística interna no KPI: o foco do trabalho deve ter em consideração a redução da presença da logística interna nos indicadores de competitividade;
- Foco no aumento capacitário: as soluções desenvolvidas devem ter capacidade para albergar o aumento em 15% da atividade produtiva da empresa;
- Automatização de fluxos: as novas abordagens devem ter em mente a visão estratégica do grupo que reconhece a automatização como a nova abordagem na logística.

1.3 Estrutura do Documento

Para a prossecução dos objetivos traçados para o presente relatório, o documento será estruturado com uma introdução à temática no primeiro capítulo, familiarizando o leitor com o tema em estudo e referenciando os objetivos do trabalho.

No segundo capítulo será desenvolvido o enquadramento teórico referente à filosofia *lean*, à automatização na aplicação à logística e o recurso à simulação para a validação das propostas apresentadas.

A caracterização da empresa será apresentada no terceiro capítulo com uma abordagem a nível global e a nível local, nomeadamente, no local onde foi realizado este trabalho.

O capítulo quatro demonstra o desenvolvimento do projeto, onde são apresentados os problemas em estudo, objetivos a alcançar (plan), metodologias aplicadas (do), resultados obtidos (check).

A conclusão deste projeto é definida no quinto e último capítulo, com a devida reflexão do trabalho desenvolvido, onde se enunciam as principais conclusões do projeto, limitações presentes no trabalho e propostas a serem aplicadas futuramente (act).

Capítulo 2 – Enquadramento Teórico

2.1 Lean Manufacturing

A metodologia Lean Manufacturing surge com o Sistema de Produção da Toyota (Toyota Production System ou TPS) na década de 50, no Japão, e foi impulsionada pela situação dramática vivida pela economia Japonesa devido à segunda guerra mundial. As indústrias japonesas estavam a passar por um momento de baixa produtividade, o que levou a Toyota a revolucionar a sua gestão de operações, de modo a atingir níveis de performance comparáveis aos dos melhores concorrentes. Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota, foi o fundador suportado por vários entusiastas da metodologia, como Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota em 1902, Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda.

O sistema de produção e gestão desenvolvido na Toyota foi o resultado de esforços de tentativa e erro para concorrer com a produção em massa, já estabelecida nas indústrias automóveis Americanas e Europeias (Shingo, 1989).

Na indústria americana vivia-se num paradigma de “Mass Production”. Henry Ford revolucionou a indústria automóvel através da aplicação de linhas de montagem à produção em massa de automóveis, reduzindo extraordinariamente os custos de fabrico de veículos standardizados, tornando-os acessíveis ao cidadão comum, desde que seguissem a velha máxima de Ford (2007) “O cliente pode ter o carro da cor que quiser, contando que seja preto.”

Dados os factos acima referidos, tornou-se mais intensa a necessidade de eliminar os desperdícios, para diminuir o custo do produto final.

O livro “The machine that changed the world”, da autoria de James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, veio despertar o interesse do Ocidente na nova filosofia de produção, essencialmente devido à comparação entre os níveis de desempenho elevados da Toyota quando comparados com outros produtores automóveis (Hines et al., 2004). Este livro acaba por ser um marco na história do Lean Manufacturing na medida em que batiza o termo (Shah e Ward, 2007) e transforma este sistema produtivo num fenómeno à escala global.

Lean Thinking

Pensamento lean começa com o cliente e a definição de valor. Portanto, como o processo de fabrico é um veículo para agregar valor (ao produto) para o cliente, os princípios de pensamento lean devem ser aplicáveis às indústrias, mais concretamente, nos processos de fabrico (Melton, 2005).

Womack e Jones (2003) intitulam o pensamento lean como “o antídoto para o desperdício”.

Segundo Melton (2005), pensamento lean (Womack e Jones, 1996) ajuda a compreender os seus princípios: a identificação de valor, a eliminação de desperdício e a geração de fluxo, ou seja, a criação de valor para o cliente.

O pensamento lean demonstra, claramente, que não era uma filosofia ou técnica apenas aplicável à indústria automóvel.

Na tabela 1 estão presentes os cinco princípios defendidos por Womack e Jones para o pensamento lean.

Tabela 1 - Princípios Definidos por Womack e Jones (2003)

Princípios	Definição
Valor	Características do produto que o cliente está disposto a pagar. Quanto maior o valor entendido pelo cliente, maior será a satisfação.
Cadeia de Valor	Processos pelos quais o produto tem de passar para ser concluído.
Fluxo contínuo	Fluxo de pessoas, materiais, informação e capital ao longo da cadeia de valor.
Sistema pull	A produção de um produto deve ser iniciada apenas quando o cliente solicita, com as características que o mesmo estabelece.
Perfeição	Considera a importância na qualidade e eliminação de desperdícios no processo produtivo ao longo da cadeia de valor.

2.1.1 Muda – Os 8 desperdícios

De acordo com Suzaki (2010) todas as atividades pelas quais o cliente não está disposto a pagar constituem *Muda*, isto é, tudo o que o impeça de receber um produto ou serviço realizado com “a qualidade exata, na quantidade certa, no tempo ideal e com preço ajustado”.

Desperdício é tudo o que ultrapassa a quantidade mínima de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra estritamente essenciais para acrescentar valor ao produto (Suzaki, 2010).

Conforme Ohno (1998), o passo preliminar em direção à aplicação do sistema de produção Toyota é identificar completamente os desperdícios. Taiichi Ohno definiu sete formas de desperdício comuns, atividades que adicionam custo, mas nenhum valor (Jones et. al, 1997):

- **Defeitos** – erros ocorridos durante o processo;
- **Excesso de produção** – produzir mais que o necessário ou antes do necessário;
- **Espera** – de pessoas, equipamentos ou produtos para serem processados;
- **Transporte** – Movimento excessivo de materiais;
- **Inventário** – Demasiado trabalho em curso, produtos acabados ou matéria-prima;
- **Movimento** – movimentos desnecessários durante o processo de produção;
- **Sobreprocessamento** – Operações adicionais no processamento que não acrescentam valor ao produto final.

Os autores Womack e Jones em 2003, apresentam o oitavo desperdício, o desperdício do conhecimento.

- **Conhecimento:** as pessoas que executam as tarefas às quais o seu conhecimento de causa e capacidade de solucionar problemas detetados não é considerada pelas cadeias de decisão.

2.1.2 Sistema pull

O sistema pull é um sistema de controlo de atividade produtiva, onde as necessidades do cliente originam ordens de produção sucessivas no decorrer da sequência de produção de determinado produto. Quando uma quantidade de produto é retirada do armazém são geradas ordens de produção com a quantidade de uma referência específica para o processo ou posto de trabalho seguinte.

Este último, quando recebe a ordem de produção origina uma ordem de produção para o posto de trabalho anterior, com as quantidades necessárias a produzir para repor os componentes que foram absorvidos inicialmente, e assim sucessivamente ao longo de toda a cadeia de fabrico do produto em falta (Bonney et al., 1999). Desta forma, as quantidades a produzir num posto de trabalho dependem da procura dos postos de trabalho seguintes. Com esta metodologia identifica-se um reduzido nível de inventário em processo, redução de atrasos, redução de processos administrativos e melhores tempos de entrega. Para uma abordagem pull, Bonney (1999) identifica os principais fatores que são usualmente designados de pré-requisitos do JIT¹:

- Redução de tempos Setup;
- Balanceamento do trabalho;
- Controlo total da qualidade;
- Manutenção preventiva;
- Trabalhadores *multi-task* e bem treinados;
- Sistema de informação e conhecimento.

Os benefícios da utilização de um sistema pull passam pelo aumento da performance industrial, um controlo visual da produção em função da procura e uma motivação para actividades de melhoria contínua. Um controlo visual da produção permite uma resposta com prontidão no chão de fábrica o que permite uma abordagem efectiva para melhoria da performance industrial no chão de fábrica tradicional. Num sistema *Pull*, a produção é autorizada a ter um *stock* limitado em processo que se desviar dos valores definidos significa a existência de

¹ JIT é o acrónimo para Just-in-time, tema que será abordado mais a frente no ponto 2.1.3

um problema a ser resolvido, o que incentiva as actividades de melhoria contínua. Estabelecer este tipo de dinâmica num sistema *Push* é extremamente difícil (Bonney et al., 1999). Contudo, quando se fala num sistema de abastecimento, é importante conhecer os seus princípios e elementos que dele fazem parte, e que tornam o sistema *Pull* num *standard*. Estes princípios são referidos de seguida.

Interação Produção-Logística

A interação entre produção e logística é de elevada importância no quotidiano de uma organização. A função da parceria é determinar o que a produção irá consumir, e como vai consumir, para que a logística possa fornecer o material certo em tempo útil. Assim a responsabilidade da Logística passa por dimensionar a cadeia Logística de abastecimento à produção, e garantir a entrega da matéria-prima.

Takt-time

O takt-time relaciona o tempo de abertura diário com o consumo de peças, retornando o valor de minutos necessários para consumir a peça. Com isto é possível verificar de quanto em quanto tempo é consumida uma peça

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponível\ para\ Produção\ (horas)}{Necessidade\ do\ Cliente\ (unidades)}$$

O tempo de takt define a cadência a que a produção deverá funcionar, tendo em conta a relação entre o tempo disponível para a produzir e as necessidades que os clientes têm.

Nivelamento de produção

A função do nivelamento de produção tem por objetivo atenuar flutuações de encomenda dos clientes, e dar estabilidade à cadeia de valor. Pretende-se obter uma produção estandardizada e com tamanho de lote definidos.

Com o nivelamento de produção é possível obter um fluxo contínuo de material, assegurando produção estável e trabalho estandardizado. A produção nivelada possibilita uma análise contínua da produção, facilitando a deteção de falhas e permitindo estabilizar processos. Com o nivelamento num dado processo, isto facilita o nivelamento dos processos a jusante, incluindo fornecedores externos, e diminuindo o efeito chicote na cadeia de valor, derivadas de processos a montante, ou encomendas de cliente. O nivelamento aumenta ainda a flexibilidade da produção. Quanto menor o lote, menos *stock* de material, originando *lead-time* mais baixos facilitando a reação a problemas a montante e alterações de encomenda dos clientes.

2.1.3 Just In Time

Just-In-Time é o termo utilizado para referir um sistema de operações altamente coordenado, onde os materiais fluem ao longo do sistema e certos serviços são realizados num tempo definido, de modo a que estes sejam entregues em cada passo do processo assim que sejam necessários (Stevenson & Hojati, 2005).

Uma organização que institua esse fluxo integralmente pode atingir o inventário zero, a condição perfeita desejada. No entanto, um produto composto de centenas de peças, como o automóvel, o número de processos envolvidos é enorme sendo extremamente difícil aplicar *just-in-time* ao plano de produção de todos processos e de uma forma ordenada (Ohno, 1988).

Usando esta política, é possível a deteção de recursos em excesso, sendo que o sistema TPS, visa fazer pleno uso das capacidades dos recursos de uma organização (Sugimori et al., 1977).

Através deste método conseguiu-se combater o problema de sobreprodução, considerado por Ohno como o principal causador de desperdício nas outras áreas,

pois as peças só transitam para a fase seguinte quando pedidas, assim apenas são produzidas as peças necessárias para repor as que foram retiradas.

O JIT oferece muitas vantagens, começando com a redução de inventário e custos administrativos e um incremento de oportunidades para realocar o valor capital. As organizações podem ainda cortar os custos de armazenamento. No entanto, o JIT significa que as empresas têm de assegurar que estão sempre preparadas para absorver variações de última hora na procura.

Hoje em dia ainda se trata de uma desvantagem visto que com o JIT, devido a certas especificações de entrega ao cliente, qualquer variação ou falha originaria uma entrega antecipada ou atrasada, com penalizações por antecipação ou custos por atraso de entrega.

Segundo Sugimori et al. (1977) a aplicação do JIT necessita da implementação das seguintes etapas:

- **Eliminação de processos subsequentes:** a libertação de todos os processos permite uma obtenção rápida e precisa dos *timings* e quantidade requerida.
- **Produção em *One piece flow*:** todos os processos devem produzir e transportar de forma unitária para que o stock entre processos também o seja.
- **Nivelamento de produção:** todos os processos devem ser concebidos em pequenos lotes de produção e de transporte para garantir a agilidade no planeamento produtivo, conforme as necessidades do cliente.
- **Eliminação do desperdício proveniente da sobreprodução:** a eliminação da sobreprodução é uma redução de problemas para as empresas.

Cohen et. al (2005), identificou as principais diferenças da visão tradicional perante o Just in time nas variadas cláusulas presentes no meio industrial:

Tabela 2 - Visão tradicional vs Just In Time (Cohen et al, 2005)

Cláusula	Visão Tradicional	Just In Time
Qualidade	Conseguida com muito investimento e elevado custo.	Decorência natural do trabalho bem feito na primeira vez.
Mão-de-obra	Obedece às ordens superiores.	Participa e influencia a produção
Erros	São aceitáveis, resta corrigi-los.	Base do processo de melhoria
Stock	Mantém a produção funcionando.	Ocultam problemas, devem ser evitados
Lead-time	Maior o tempo melhor funciona.	Deve ser reduzido ao mínimo.
Filas	Necessárias para manter a velocidade máxima das máquinas.	Não deve haver filas, a produção deve ser atempada e sem paragens.
Custos	Redução pelo incremento no uso de máquinas; altas taxas de produção.	Redução pela velocidade com que o produto passa pela fábrica.
Flexibilidade	Pelo excesso da capacidade, de equipamentos, de <i>stock</i> e de despesas administrativas.	Pela redução de todos os tempos gastos em todas as etapas internas da organização.
Fluxo	Empurrado através da fábrica.	Puxado através da fábrica

2.2 Logística Industrial

Ao longo da industrialização o Homem foi confrontado com desafios logísticos e onde a Guerra teve sempre um papel preponderante na resolução de restrições logísticas, com o foco na optimização e superioridade bélica face ao seu adversário. As actividades logísticas são normalmente associadas ao movimento de cargas, objetos, materiais de um ponto para outro, sendo o armazenamento um dos destinos finais.

A definição de logística é caracterizada como a gestão dos canais de pré-produção, produção e pós-produção também definidos como a logística de abastecimento, logística interna e logística de distribuição, Rhonda (2001).

Mentzer (2008) identifica que os principais domínios da logística assentam na gestão de transportes, gestão do armazenamento e inventário, gestão de pedidos e a procura de fornecedores e clientes.

Responsável pela cadeia de valor da empresa, a logística interna procura melhorar os processos pertencentes às actividades. Podemos identificar o esquema de distribuição interna da empresa, actividades primárias de suporte, sistemas de informação, manutenção de stocks mínimos, entrega dos produtos nos locais de consumo e outras actividades ligadas a produção para obter o produto final no tempo desejado com a qualidade ideal utilizando o mínimo de recursos, o que congregará valor ao produto Mentzer (2008).

Grande parte das operações produzem mais de que um produto ou serviço, e, maioritariamente produtos ou serviços em quantidades reduzidas ou insuficientes para dedicar todas actividades unicamente a um produto ou serviço. Significa que a maioria dos componentes de qualquer operação terá que processar mais de um tipo de produto ou serviço e então necessitará, em algumas situações, abandonar uma atividade para dedicar-se a outra, Rhonda (2001).

A ausência de planeamento ou perda de controlo na actividade logística demonstra-se no momento em que a produção necessita de material e este não se encontra à disposição, ou seja, há ruptura stock.

Uma organização que adote o sistema JIT, por exemplo, deve fazer a transição para que esta não venha a afetar o período do pedido e o prazo de entrega final, ou terá a sua imagem afetada junto do cliente, comprometendo o futuro.

Nomura e Takakuwa (2006) defendem que a abordagem Mizusumashi é o atual foco da logística interna. Esta metodologia procura a próxima atividade de acordo com uma lista de prioridades, ou seja, verificar qual a próxima operação suspensa e executá-la.

2.2.1 Mizusumashi

Nomura e Takakuwa (2006) definem Mizusumashi como o veículo de transporte que opera entre o armazém e as linhas de montagem de uma forma repetitiva. Com outra designação, mas com o mesmo conceito presente, a identificação como milk run surge da actividade da indústria de lacticínios onde o transporte de recolha e abastecimento em múltiplos pontos é efetuado com rota definida num horário planeado. Coimbra (2009) refere que o comboio logístico permite a criação de fluxo na logística interna de uma empresa.

O mizusumashi tem como objetivo:

- A satisfação dos pedidos de recolha, seja por lista de *pickings* ou *kanban*;
- Recolher as caixas/contentores vazias existentes na área de trabalho;
- Reunir os componentes necessários em armazém, recolher os produtos acabados e intermédios do bordo de linha;
- Voltar e repor componentes do bordo de linha.

Segundo Nomoura e Takakuwa (2006) existem dois métodos para o fornecimento de peças a ser executado por *Mizusumashis*: segundo a prioridade de abastecimento ou num circuito fechado.

Aplicando a prioridade de abastecimento o operador logístico identifica qual o abastecimento pendente e executa, ou seja, não está planejado uma sequência lógica. Caso existam duas situações de abastecimento pendentes o operador identifica a mais urgente de ser executada o que se suscita dúvidas quanto ao critério que o operador aplica na tomada de decisão. Nesta tipologia o operador é obrigado a usar a sua memória e conhecimento para realizar as atividades, gerando instabilidade no abastecimento. Além disso, nunca se sabe se o mizusumashi está em atraso ou não, uma vez que não há uma sequência das operações. O pior indicador é a quantidade de deslocamentos sem carga, considerado como desperdício.

No que diz respeito ao circuito fechado, o mizusumashi desloca-se exatamente através do circuito pré-definido, passando por vários checkpoints nos quais verifica se existe alguma tarefa para se fazer e a executa que, no caso de ser bastante extenso, pode ser dividido em dois checkpoints menores (Nomura & Takakuwa, 2006).

Através deste método consegue-se combater as desvantagens evidenciadas pelo método anterior, pois existe uma sequência de trabalho através de rotas planejadas, tornando o trabalho do operador logístico mais standardizado.

As vantagens da aplicação do Mizusumashi em detrimento dos métodos tradicionais (nomeadamente empilhadores, *stackers* entre outros) podem ser vistas na tabela 3.

Tabela 3 - Mizusumashi vs Meios Tradicionais, Nomura & Takakuwa, 2006, adaptado

Mizusumashi	Meios tradicionais
Apenas os materiais estritamente necessários são entregues	Devido ao uso de paletes são transportadas frequentemente grandes quantidades
As ruturas são evitadas via abastecimento normalizado e planejado	Maior probabilidade de danos nos materiais com uso de empilhadores
As interrupções no fornecimento de materiais são detetadas atempadamente e corrigidas	Entregas diárias e planejadas para otimizar o uso do meio de transporte
Há apenas um interveniente no manuseamento de materiais	Frequentemente os meios tradicionais deslocam-se vazios
Entregas frequentes e consoante necessidades	Em locais fechados existem empilhadores movidos a combustíveis fósseis (poluidores e ruidosos)

Com os métodos estruturados temos a hipótese do funcionamento do mizusumashi de duas formas: sistema manual ou sistema automatizado. No sistema manual o uso do mizusumashi apresenta-se mais flexível pois mesmo com um circuito fechado, há a possibilidade de ser utilizado em caso de necessidade no fornecimento num ponto de abastecimento diferente. Assim, o operador assegura que as peças são entregues no local e quantidade correta, sustentando assim o JIT. Por outro lado, temos a opção de um mizusumashi em operação automática (AGV) que não necessita de mão-de-obra direta e reduz o custo de operação. A necessidade de aumento de frequência não é um obstáculo à utilização deste sistema pois não está em causa a ergonomia e segurança de um operador. Por outro lado, estes sistemas automatizados apresentam dificuldades na flexibilidade do processo. A implementação é mais complexa e as necessidades pontuais não podem ser atendidas. (Nomura e Takakuwa, 2006)

2.2.2 Automated Guided Vehicle

Um AGV é um veículo de funcionamento autónomo, sem operador. AGVs são principalmente usados na indústria para o transporte de mercadorias. A maioria dos AGVs utilizados são eletricamente alimentados com baterias e podem ser usados para transportar qualquer material, desde alguns quilos a várias toneladas.

Muitas aplicações de AGVs são tecnicamente viáveis, mas a aquisição e implementação de tais sistemas é geralmente fundamentada em ponderações de ordem económica.

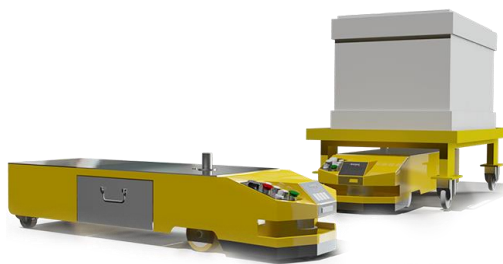


Figura 1 - Desenho conceptual de um AGV

Dentro da ampla gama de indústrias com utilização destes veículos, destacam-se aquelas que contêm as seguintes características (Alonzo et al., 2007):

- Movimentos cíclicos de materiais a uma determinada distância;
- Entrega frequente de material;
- Entregas atempadas críticas;
- Procedimentos onde o seguimento do produto é de elevada importância.

Em relação às vantagens, destaca-se o controlo em tempo real do transporte e movimentação de materiais pelo AGV, possibilitando desta forma a identificação dos mesmos e das rotas que seguem, traduzindo-se num menor *stock* e consequentemente custos de *stock* mais baixos, numa redução de atrasos e numa melhor resposta às exigências. Assim, um AGV pode melhorar o ambiente de trabalho, reduzir danos ao produto e proporcionar melhor controlo de *stocks* e qualidade (Alonzo et al., 2007).

Com base nesta visão geral dos AGVs, será importante focar este estudo nos aspetos mais relevantes, começando por analisar os diferentes tipos de AGVs que existem no mercado, passando pela segurança.

Com uma extensa variedade de aplicações e uma maturação na investigação destes sistemas, existem três tecnologias que prevalecem no setor industrial (Renault CACIA, 2015):

- **Orientação ótica:** com marcação no solo, as fitas são detetadas pelo leitor ótico, o que orienta o aparelho no trajeto desejado;
- **Orientação a laser:** o AGV tem uma série de lasers emissores-receptores que detetam o sinal dos refletores colocados em locais estratégicos para permitir uma triangulação, possibilitando uma navegação adequada. A vantagem principal do sistema laser é a ausência de dispositivos relacionados fisicamente com os percursos (fio, ímanes, faixas pintadas, etc.). A guia laser pode ser controlada e modificada facilmente garantindo uma grande flexibilidade.
- **Orientação por indução:** uma fita magnética é colocada no solo onde o AGV segue o trajeto;

A guia magnética é utilizada quando não é possível dispor corretamente os refletores e quando os veículos não podem ser fornecidos, por várias razões, com sensor laser:

- A zona de manobra dos veículos nem sempre está livre pois é preciso empilhar várias unidades que podem tapar parcial ou totalmente os refletores;
- Zonas de passagem ou áreas não completamente protegidas contra as intempéries. Neste caso a máquina AGV usa pequenos ímanes permanentes (denominados spots) para se movimentar.

Um defeito no controlo do AGV não deve ocasionar situações de risco. A segurança é um aspeto prioritário quando o tema envolve pessoas, máquinas e ambientes industriais. Como tal, os AGVs incorporam sistemas de segurança por forma a minimizar os riscos de acidente durante as diversas operações, desde luzes de aviso a alarmes sonoros. As soluções ao nível de segurança não variam muito entre fabricantes (Renault CACIA, 2015):

Sistemas anticolisão - Incorporados quer nos pára-choques quer no próprio corpo do AGV, os sistemas de anticolisão utilizam diversos sensores estrategicamente montados, que permitem ao AGV, durante os seus percursos, detetar obstáculos, imobilizando ou desviando automaticamente o veículo antes de os atingir.

Luzes de aviso – As luzes de aviso têm duas funções distintas. Por um lado, sinalizam possíveis avarias no AGV, e por outro, informam as pessoas que o rodeiam acerca do modo de operação em utilização naquele momento, de acordo com a luz indicada.

Sinais sonoros – Os sinais sonoros são normalmente de dois tipos distintos e acompanham as luzes de aviso. É emitido um som quando o AGV está em funcionamento correto e outro som, com frequência diferente, quando algum alarme é disparado.

Botões de emergência – Cada AGV vem munido de botões de emergência. Quando ativados, o AGV entra num estado de emergência onde todos os equipamentos relacionados com a parte de movimentação são desativados, e o AGV é totalmente imobilizado.

2.3 Simulação Industrial

A simulação é uma ferramenta de experiências antes de se construir um sistema de raiz ou alterar um já existente, com o objectivo de reduzir possíveis fracassos no futuro ou satisfazer as especificações, para eliminar imprevistos, evitar desperdício de recursos assim como a sobreutilização, e otimizar o desempenho do sistema. Pode ser utilizada para explorar e documentar potenciais oportunidades de melhoria, e é especialmente útil na apresentação de resultados à gestão da organização (Adams et al. 1999). A simulação é então o desenvolvimento de um modelo que reflete um sistema real em que se efectuam experiências com o propósito de se perceber o comportamento do sistema e avaliar várias soluções para a operação do sistema, Pedgen et.al. (1995). Os autores consideram que a simulação inclui a criação do modelo e a utilização do mesmo para experiências com o objetivo de estudar o problema.

Em algumas situações da indústria acontece uma alteração do sistema e, de seguida, esperam por resultados. De certa forma é desejável fazê-lo, pois, neste caso, não há incertezas sobre a validade e a veracidade do que se testou e estudou. São escassos estes tipos de experiências ocorrerem porque ao usar-se este tipo de soluções pode acabar por serem detetadas falhas a jusante que implicam custos acrescidos e algumas vezes retornar à situação inicial. Para evitar tais constrangimentos usam-se modelos para realizar experiências de menor custo, com a vantagem de se poder analisar vários cenários, sem elevados custos adicionais, mesmo antes de eles acontecerem. Law & Kelton (2000), descrevem que os modelos podem ser matemáticos ou físicos. Um modelo físico ou icónico, não é característico na investigação operacional e análise de sistemas. Quanto aos modelos matemáticos, são usados com bastante frequência. Estes dividem-se em dois tipos de ferramentas de estudo, a simulação e a solução analítica.

Se uma solução analítica para um determinado modelo matemático está disponível e é eficiente computacionalmente, não se aconselha a utilização da simulação, mesmo que evidenciadas todas as potencialidades desta ferramenta. No entanto, grande parte dos sistemas são complexos, de modo os modelos matemáticos válidos apresentam uma complexidade elevada, inviabilizando a obtenção de uma

solução analítica. Assim, o modelo deve ser estudado através da simulação. A simulação permite variar os dados de entrada e estudar os impactos que estas modificações podem ter no sistema. (Law & Kelton, 2000).

Vantagens e desvantagens da simulação

Pode-se alterar as entradas do modelo, criando vários cenários com saídas diferentes e realizar uma análise cuidada do mesmo, procurando sempre a melhor solução.

Como todas as ferramentas, existem vantagens e desvantagens relacionadas com o seu uso, em que o balanço aplicado numa dada situação faz da ferramenta em causa, adequada ou não. Assim sendo, Pedgen et al. (1995) evidencia que um estudo de simulação ajuda a entender como o sistema se comporta, permite ajustar o espaço temporal, compactando ou dilatando a velocidade de um acontecimento que está a ser estudado. Perante tais acontecimentos, é possível através da simulação testar variadas hipóteses para averiguar a sua viabilidade. Os autores acrescentam que a simulação permite o desenvolvimento de novos procedimentos, fluxos, layouts, sistemas de transporte sem ter que terminar o sistema real ou adquirir novos recursos para validar conceitos.

Apesar da capacidade identificada da simulação, Pedgen et al. (1995) enumeram algumas adversidades que o sistema pode apresentar. A simulação tem a necessidade de ter um conjunto de conhecimentos aprofundados. Mesmo com a execução do modelo de simulação por entidades com um nível de treino avançado neste método, é provável que os modelos apresentem um elevado grau de semelhança, mas que, no entanto, terão comportamentos distintos. Acrescentam que uma simulação pode ser demorada e de custos avultados, o que pode impactar nos resultados uma visão de redução de recursos, desenvolvendo um modelo que não serve os objetivos ou não ser suficiente para a tomada de decisão. Os autores destacam que os resultados provenientes de uma simulação são muitas das vezes de difícil interpretação, uma vez que o modelo apresenta algumas variáveis aleatórias que numa observação podem passar incolmes.

Quando aplicar e não aplicar a simulação?

Banks et al. em 1997 e em 2005 realizaram uma pesquisa extensa, e chegaram à conclusão em que situações a simulação é uma ferramenta apropriada ou quando não a devemos utilizar:

Por vezes, o problema em estudo é desconhecido ou pouco compreendido e a formulação do problema através da recolha de elementos e/ou informações e observação de sintomas e/ou mudanças do ambiente é uma mais-valia, podendo levar a sugestão de melhorias ou identificação de novos problemas.

Um ambiente de simulação permite um estudo com interações internas de um subsistema que á priori, sem recorrer ao uso de uma ferramenta de simulação, não seria possível prever, observar e analisar.

A facilidade de alteração dos dados de entrada e obtenção dos dados de saída consequentes dessas mesmas alterações produzem informações valiosas sobre quais as variáveis mais importantes e como estas interagem entre si, que em contexto de ambiente desconhecido auxiliam a preparar com maior segurança o futuro de um sistema real.

Se a resolução do problema no terreno trouxer consequências quase nulas e tiver uma curta duração é eficiente e não se aconselha o uso da simulação. Se por outro lado o custo inerente excede as possíveis ganhos, se não há tempo suficiente para que os resultados sejam utilizados em tempo útil ou não existem recursos disponíveis e adequados para o projeto, sendo a seleção de analistas experientes um fator crítico de sucesso, a simulação não deve ser uma opção viável, apesar de todas as potencialidades desta ferramenta.

Simulação aplicada na Indústria

A simulação na indústria é hoje em dia uma ferramenta valiosa na análise de sistemas. Exemplos disso mesmo são dados por (Law & Michael, 1998) e (Law & Kelton, 2000), onde enumeram vários tipos de problemas que podem ser resolvidos através da simulação. A simulação fornece uma análise do desempenho do sistema no caso do tempo gasto das peças no sistema, em fila de espera e a sua dimensão. Ainda no desempenho, a análise de recursos gargalo, a análise da produtividade

do sistema e o tempo que as entidades se encontram no sistema. Do ponto de vista operacional é possível avaliar um planeamento da produção, com estratégias de controlo (utilização de um sistema automatizado ou manual) e avaliar a fiabilidade das medidas ajustadas ao sistema. Os autores defendem que a simulação aplicada na indústria permite identificar as necessidades de equipamentos e recursos humanos, nomeadamente a quantidade, variedade e disposição física dos equipamentos industriais assim como a localização e dimensão de *buffers*. Do ponto de vista logístico, apresenta os requisitos necessários para a prossecução das tarefas. Com estas variáveis possíveis de ser contempladas na simulação torna-se possível uma avaliação de uma mudança nos volumes em produção, entendendo os comportamentos de todos os intervenientes.

A aplicação da simulação na indústria tem de ter em consideração o meio envolvente e conhecimento do comportamento dos fluxos produtivos e logísticos, detalhes que são relevantes para que no final seja possível ter um sentido crítico aos resultados provenientes da simulação de forma a garantir uma tomada de decisão acertada.

Passos de um estudo de simulação

Para o desenvolvimento de um estudo de simulação, existem passos fundamentais para uma concretização bem-sucedida. É relevante seguir estes passos pois a não concretização dos mesmos poderá impactar o estudo de simulação, podendo contribuir para o fracasso do mesmo (Banks et al., 2005)

Formular o problema e planear o estudo

A formulação do problema deve assentar na necessidade de resolução de um problema que esteja presente na organização (Law & Kelton, 2000). O destaque no primeiro passo do estudo da simulação assenta nas perguntas a que o modelo deve responder, em que âmbito é aplicado o modelo, qual o espaço temporal a ser considerado e como será medida a performance do modelo desenvolvido. Não menos importante, no planeamento do estudo, devem ser levantados os recursos essenciais para a concretização da modelação.

Recolher dados e definir o modelo concetual

O segundo passo assenta na recolha de dados e na conceptualização do modelo. É importante o foco na recolha de dados para depois, junto dos intervenientes da organização, entender o funcionamento das operações para assim assegurar coesão no desenvolvimento do modelo.

Banks et al. 2005, considera que para a qualidade do modelo deve ser assegurada a disponibilidade e credibilidade dos dados para não hajam omissões ou irregularidades que criem um impacto negativo no resultado do modelo. Todas as suposições assumidas no modelo devem ser documentadas (modelo conceptual) Nesta fase a recolha passa, também, pelo levantamento de parâmetros de entrada e se possível, os dados de saída do sistema. Com os dados de saída identificados será possível comparar posteriormente com a realidade.

Robinson (2013) entende a modelação conceptual como a abstracção do modelo de simulação do sistema real que está a ser gerado. Na modelação deve-se entender o sistema real, primeiro, e só depois o deve modelar, para ser o mais representativo possível. O ideal seria a construção do modelo com o maior detalhe possível e, embora fosse atractiva, não haveria tempo e o conhecimento aprofundado do sistema para o executar. Assim, existem abstrações que se devem fazer na modelação, designado como modelo conceptual.

Concluída a primeira fase, é necessário validar o modelo conceptual. Quando levantados os pressupostos adotados para o modelo, devem ser discutidos com os intervenientes da organização. Desta forma evita-se o consumo de recursos adicionais caso sejam necessários futuros reajustes.

Construir e validar o modelo lógico

Para a construção de um modelo lógico, pode ser usada para implementação, uma linguagem de simulação, uma linguagem de programação ou, a opção mais comum, um pacote de simulação.

Sargent (2013) entende que o modelo de simulação deve ser verificado e validado por forma a entender se a sua construção se aproxima da realidade e os seus resultados estão correctos, dado que a organização toma em consideração as decisões nos resultados apresentados. O mesmo autor, defende que durante a

construção do modelo deve ser efetuada uma verificação e validação do modelo para garantir a integridade do mesmo.

Desenho de Experiências

Banks et al. (2005) classifica o desenho de experiências como uma especificação do espaço temporal definido na execução do modelo, o tempo de arranque do modelo e do número de replicações. O objetivo do desenho de experiências é identificar quais os pontos relevantes para as respostas do problema e quais não apresentam relevância, permitindo assim uma simplificação e foco na interpretação de dados.

Executar o Modelo e Analisar os dados de saída

Com a conclusão dos passos acima referidos é importante executar o modelo de simulação para que assim seja possível obter os outputs, ou seja, os dados de saída do modelo. É com este passo que se torna exequível uma análise do desempenho permitindo a comparação de vários cenários alternativos (Law & Kelton, 2000).

Documentar e apresentar os resultados

Para que as respostas sejam dadas aos intervenientes da organização, deve-se documentar o estudo da simulação, a análise dos resultados obtidos e propostas identificadas para estudos futuros. A animação do modelo de simulação é uma forma de comunicação para os intervenientes que não se encontrem familiarizados com a simulação computacional, promovendo desta forma uma abordagem mais confiante na disposição dos resultados obtidos.

Capítulo 3 – Caracterização da Empresa

3.1 O Grupo Renault

Fundado em 1898, o Grupo Renault com 117,395 colaboradores de 124 nacionalidades e 36 locais de produção distribuídos por mais de 19 países, é uma multinacional, um grupo internacional de multimasas com vendas globais superiores a 2.7 milhões de veículos em 125 países no ano 2014 com um crescimento de 3,2% relativamente ao ano de 2013.

Nascida em 1999, a aliança Renault-Nissan ajudou a ultrapassar rivais regionais históricos, elevando ambas companhias para o quarto maior grupo do mundo da indústria automóvel.

Para acompanhar os principais desafios tecnológicos, enquanto se continua a perseguir a sua estratégia de crescimento rentável, o Grupo Renault está comprometido com a mobilidade sustentável para todos, com soluções inovadoras como veículos elétricos; implementação de uma estratégia ofensiva de expansão internacional; desenvolver as suas parcerias: aliança com a Nissan, Daimler e Mitsubishi, acordo com a Dongfeng na China; a compra de 25% da AvtoVAZ na Rússia; beneficiando das gamas complementares das suas três marcas: Renault, Dacia, e Renault Samsung Motors.

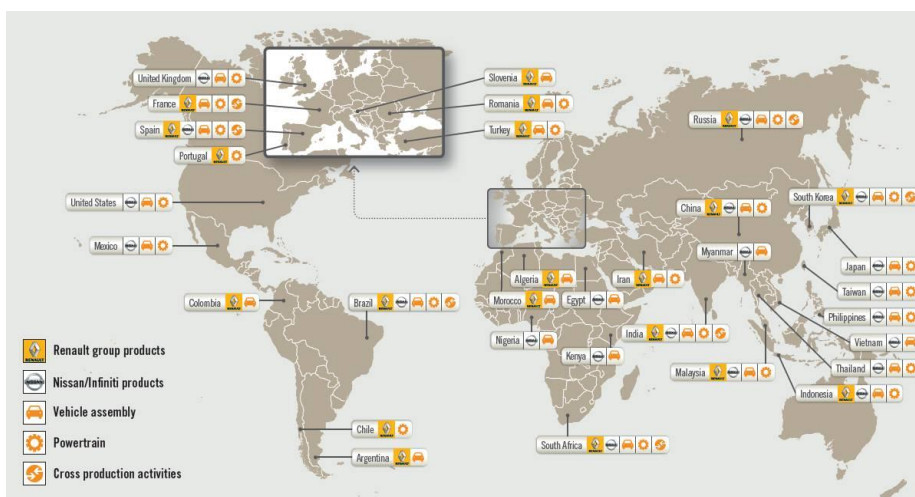


Figura 2 - Mapa Mundo Renault

3.1.1 Alliance Production Way (APW)

No seguimento da aliança com a Nissan, as empresas decidiram juntar o Know-How dos dois para conceberem um sistema comum. O objetivo é criar o sistema industrial mais competitivo do mundo, englobando no APW todas as boas práticas e abordagens industriais dos Sistemas de Produção das duas empresas.

O objetivo do APW é melhorar a rentabilidade e a competitividade da empresa de uma forma sustentável. Para isso, deve ser concebido o melhor Sistema industrial. Este Sistema deve estar perfeitamente sincronizado (*Douki*) com as necessidades dos clientes.

As duas principais, características do APW são as 2 vias para o progresso “sem fim”: a sincronização sem fim, “*never ending*”, com o cliente e a identificação sem fim de problemas a aplicar soluções robustas. Fica patente a sincronização com a qualidade que nunca deve aceitar defeitos, nunca deve produzir defeitos e nunca deve deixar passar defeitos.

A condição para atingir o *Want To Be* através do APW passa por dois processos:

A. Processo de desenvolvimento de produtos.

1. Colaboração entre desenvolvimento do produto com o desenvolvimento de processos e da industrialização;
2. Os processos de desenvolvimento e industrialização devem estar integrados;
3. Redução do tempo de desenvolvimento dos produtos.

B. Processo entre o pedido e entrega.

1. Redução do tempo de produção;
2. Integração de todos os processos;
3. Respeito pela hora e sequência programada.

Ainda no processo entre pedido e entrega, a sincronização com o cliente (*Douki Seisan*) define 5 categorias:

1. Produção do veículo na linha principal segundo a sequência programada;
2. Sincronização com a fabricação de órgãos mecânicos e de componentes internos;

3. Sincronização com os clientes e o seu sistema de informação;
4. Sincronização com o transporte de veículos terminados;
5. Sincronização com as vendas.

Como chegar à sincronização com o cliente?

O modelo APW tem uma orientação para a obtenção da sincronização que descrevemos abaixo, partindo da base até ao topo:

1. **Desenvolvimento das pessoas:** Desenvolver as pessoas e as suas competências, promovendo o trabalho em equipa de forma a atingir a motivação e flexibilidade organizacional.
2. **Gestão do quotidiano (*Gemba Kanri*):** Integração de ferramentas como a standardização, 5S, melhoria continua. Assim devem manter e melhorar os resultados, com uma gestão de entradas e saídas de factores relativos aos 4M's (*man, machine, material, method*).
3. **TQM:** *Total Quality Management* é um método para pilotar os objectivos e planos de ação estratégicos e cotidianos, em todos os níveis da organização. Os objetivos e planos de ação devem ser aplicados desde a direção até ao nível UET.

Os 5 Comportamentos presentes no APW (BESTQ):

1. **Benchmarking:** praticar sistematicamente o benchmarking para sermos os melhores;
2. **“Entrenamiento” e formação:** desenvolver as pessoas e as suas competências;
3. **Stop the line:** alertar se se detetam anomalias na linha;
4. **Tempo e sequência:** respeitar o tempo e a sequência de produção;
5. **QRQC:** utilizar sistematicamente QRQC para resolver problemas;

Como medir os resultados no APW?

Para a medição de resultados o APW apresenta dois tipos de indicadores: indicadores de performance e indicadores de sincronização.

Nos indicadores de performance, temos 3 cláusulas presentes: qualidade, custo e tempo. Na sincronização o principal indicador é a taxa de escoamento, denominado STR.

$$STR = \frac{n^{\circ} \text{ veículos produzidos sem retrabalho fora da linha}}{\text{Total de Veículos produzidos por esse ponto}}$$

3.1.2 Design Standard Time Ratio

A competitividade da Renault CACIA com as outras fábricas do grupo é medida através de vários indicadores que permitem avaliar a “saúde” da empresa assim como identificar necessidades e pontos críticos das mesmas.

O indicador chave para a comparação das unidades industriais com linhas de montagem é o DSTR.

O DSTR é o rácio entre o tempo real utilizado na produção de um componente e o seu tempo teórico, definido como DST, **Design Standard Time**.

Por cada unidade produzida, neste caso caixas de velocidade, é contabilizado o tempo consumido por diferentes recursos, por exemplo a Mão-de-obra direta, e por diferentes actividades, exemplo o retrabalho.

Assim o DST corresponde a uma aproximação da duração das operações manuais que trazem valor acrescentado ao produto sendo que não é considerado as operações automatizadas ou operações terceirizadas. Especificamente no DSTR constituem o número de MOD envolvidos nas operações, MOD da logística, falhas na montagem, formação e recuperação de componentes. Na figura 3 é possível ter uma precepção dos componentes presentes no DSTR.

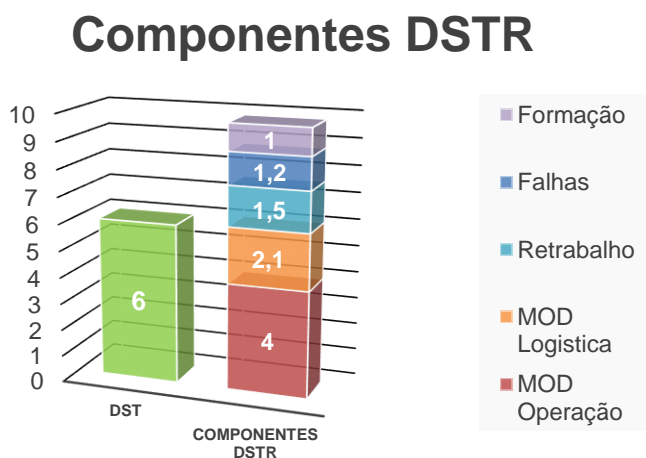


Figura 3 - Componentes do DSTR (valores Ilustrativos)

3.2 Renault CACIA, SA

Com início de actividade em 1981, a Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel, agora apenas designada de Renault CACIA tem uma particularidade, todos os automóveis do Grupo Renault vendidos no planeta usam (pelo menos) um componente produzido na Renault CACIA. É um dos 36 locais de produção do Grupo Renault e atualmente detém a produção de bombas de óleo e da produção de caixas de velocidade para a aliança Renault-Nissan. Com mais de 1100 colaboradores e uma faturação anual superior a 260 M€, 100% da produção é exportada para a Renault-Nissan, como demonstrado na figura 4, e 98% dos componentes são importados.

Localizada em Aveiro, é a segunda maior unidade industrial de construtores automóveis em Portugal, num dos mais importantes centros industriais de Portugal, apresenta uma área total de 340 000 m² em que 70 000 m² são cobertos. A área coberta divide-se em dois setores de produção, a área de produção de Caixas de Velocidade (CV) com 80% da produção total da fábrica e a de Componentes Mecânicos (CM) com 20%. Em 2014 terminou a produção com 550,450 caixas de velocidade, 3 milhões de componentes para motores e 1 milhão de bombas de óleo.



Figura 3 - Destinos de exportação da Renault CACIA

A organização da Renault CACIA segue a organização *standard* do grupo Renault. A Direção Geral assume a gestão da Renault CACIA perante supervisão da Direção do Grupo Renault. Num plano transversal à empresa temos o departamento Financeiro/Compras, os Recursos Humanos (responsáveis pela comunicação) e a Informática. Na ótica da produção a Renault CACIA está assente em 6 pilares: Engenharia, Departamento Técnico, Qualidade, Logística e APW (LEAN/Monozukuri), que apoiam a fabricação, dividida em dois setores: Fabricação caixas velocidade e fabricação de motores. Os vários departamentos são autónomos e a sua interação é um fator essencial para a persecução dos objetivos da empresa. Em seguida, é apresentado o organigrama representativo da divisão interna da fábrica.

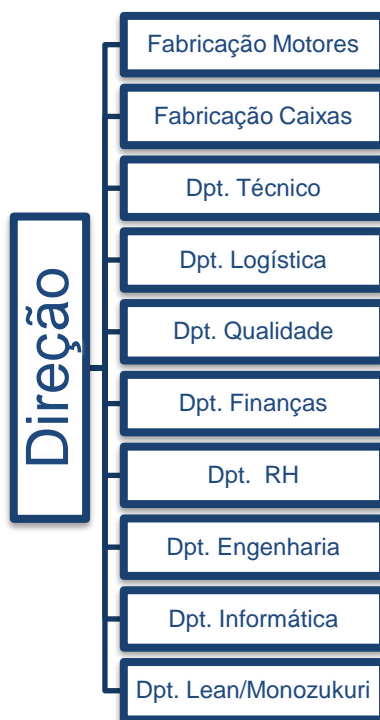


Figura 4 - Organigrama Organizacional Renault CACIA

3.2.1 Aprovisionamento de Embalagens

Com o objetivo de reduzir custos logísticos, reduzir a diversidade de embalagens e a eliminação do transporte de embalagens vazias, aperfeiçoando a gestão das embalagens, o Grupo Renault desenvolveu embalagens *standard* e disponibilizou-

as a todas fábricas internas e externas ao Grupo, bem como aos seus fornecedores. A gestão destas embalagens é feita pelo *Renault Standard Packaging* através de vários centros distribuídos pela Europa, onde as embalagens são recebidas, lavadas, reparadas e enviadas novamente. Devido à grande diversidade de componentes na Renault CACIA, existe uma variedade de embalagens usadas, que se podem dividir em dois grupos, grandes embalagens e pequenas embalagens.

- **Pequena Embalagem (PE)** – designadas de *Unité de Conditionnement* (UC), estas embalagens mais pequenas são manuseadas pelos operadores. Contudo, para respeitar a normas de ergonomia do Grupo Renault, não devem exceder um peso total superior a 15Kg. Constituídas por plástico ou cartão, como se pode visualizar na figura 6.
- **Grande Embalagem (GE)** – designadas de *Unité de Manutention* (UM), estas embalagens são usadas para transportar componentes pesados e/ou volumosos. Maioritariamente feitas em metal, mas também podem ser de cartão, como se pode visualizar na figura 6.



Figura 5 - Exemplo pequena (esquerda) e grande embalagem (direita)

As embalagens, ao serem rececionadas no cais de descarga, recebem uma etiqueta designada de etiqueta Gália que apresenta informações sobre origem da peça, dia e hora de chegada e respetiva quantidade de peças, e local de armazenamento. Local esse que está visivelmente bem identificado no armazém, seja em quadros de gestão visual, nas estantes ou no chão.



Figura 6 - Exemplo de armazenamento com etiqueta gália

Como demonstra a figura 7, na Renault CACIA, existem vários métodos de armazenamento: para pequenas embalagens têm estantes, para grandes embalagens têm três variantes. A mais simples tem um local com marcação no solo para colocar um máximo de cinco embalagens em altura. Para embalagens com grande rotatividade e seguindo o princípio *“First in, First out”* existem pistas de rolo ao solo onde as embalagens são movimentadas com a ajuda do empilhador. Numa terceira variante existem estantes onde se segue o mesmo princípio de FIFO mas, que neste caso, por ação da gravidade, as embalagens movimentam-se sobre pistas de rolos sem necessidade do uso de empilhador para movimentação.

3.2.2 Meios de movimentação

Para garantir o abastecimento às linhas, a Renault CACIA tem uma frota de meios de movimentação.

Os meios de movimentação motorizada são de 3 tipos: os empilhadores, os tratores logísticos e os AGV's (*Automated Guided Vehicle*)

Na figura 8, temos um exemplo de um empilhador (b) a ser usado na Renault CACIA e como se pode observar o mesmo está a retirar o contentor sobre uma base rolante. Além de ter como função de transporte de mercadorias, o empilhador tem como principal característica o facto de poder empilhar *stock* em altura. Sendo um meio de movimentação com motor de combustão, movido a eletricidade ou a gás como o empilhador correspondente na figura abaixo.

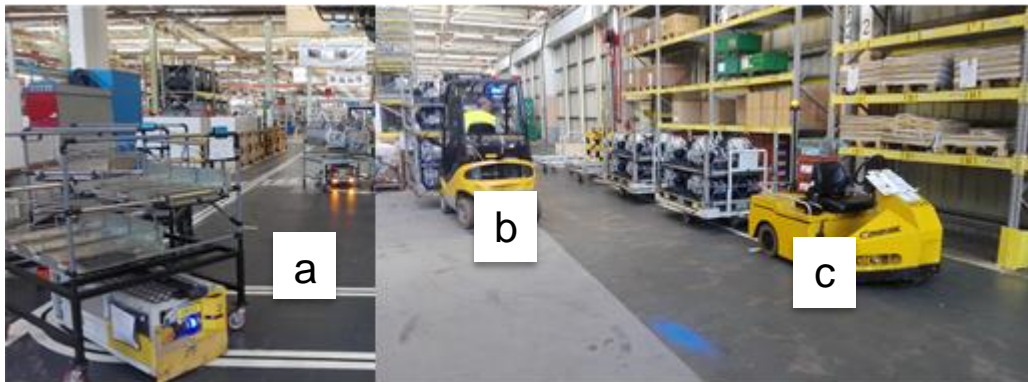


Figura 7 - (a) AGV, (b) empilhador e (c) charlatte em funções

O trator logístico na Renault CACIA é denominado de *Charlatte* (c), nome da marca de um dos modelos usados na fábrica. Meio de movimentação elétrico usado para o transporte de contentores em bases rolantes, com capacidade máxima de quatro bases, que vão a reboque do trator logístico. Cria assim um comboio logístico de múltiplos abastecimentos e/ou recolhas de grandes embalagens.

O AGV (a) é a nova tipologia de movimentação na Renault CACIA. Com a definição de rotas desenvolvidas em software e com hardware de leitura ótica para orientação no solo, o AGV assume um destaque na política de meios de movimentação. A sua versatilidade permite o aumento capacitário da logística e reduz consideravelmente o risco de acidentes com a movimentação de produto.

Capítulo 4 – Desenvolvimento do Projeto

4.1 Descrição da situação atual

Nesta seção será apresentada a situação inicial das linhas de montagem. Será através deste que as futuras alterações podem ser comparadas, avaliadas e posteriormente permitir identificar possíveis melhorias.

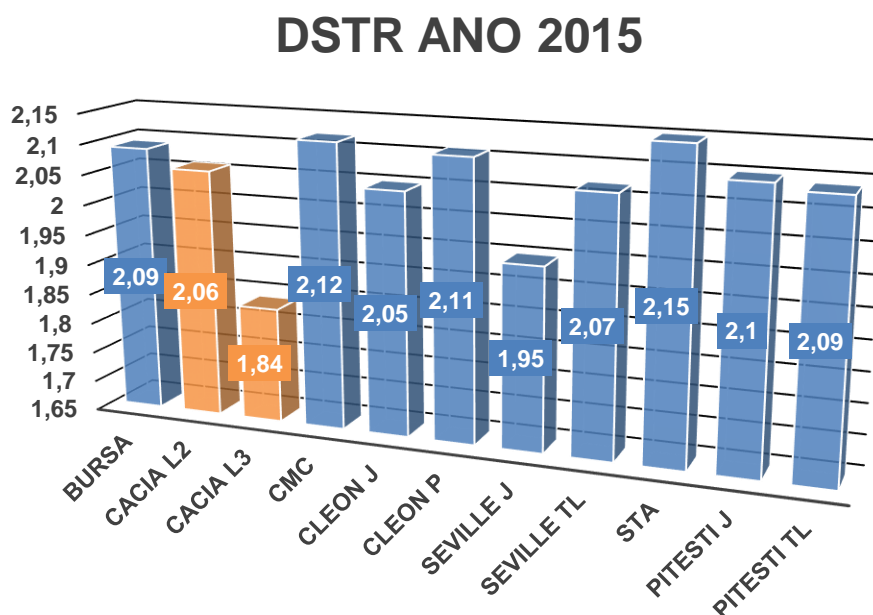


Figura 8 - Resultados DSTR 2015

O gráfico da figura 9 apresenta a situação da Renault CACIA no final de 2015 relativamente às outras fábricas de montagem de caixas de velocidade. Podemos destacar que os valores aqui presentes são claramente inferiores a 2014 (Renault CACIA, 2015) demonstrando uma melhoria contínua de processos de forma a garantir o futuro industrial desta unidade. É com satisfação que vemos CACIA numa posição favorável, mas ainda com espaço a melhorias. Numa apreciação global, CACIA é uma indústria favorável para novos projetos de caixas de velocidade. Apresenta-se nesta seção uma análise global de todos os intervenientes logísticos na montagem de caixas de velocidades, na qual entende-se que uma das actividades identificadas, será o meio para atingir a redução do impacto da logística interna no indicador chave da Renault CACIA.

Vamos inicialmente identificar quais as tarefas logísticas diretamente relacionadas com as linhas de montagem.

Sabendo que a Renault Cacia tem duas linhas de montagem (L2 e L3) as actividades abaixo identificadas correspondem às duas linhas:

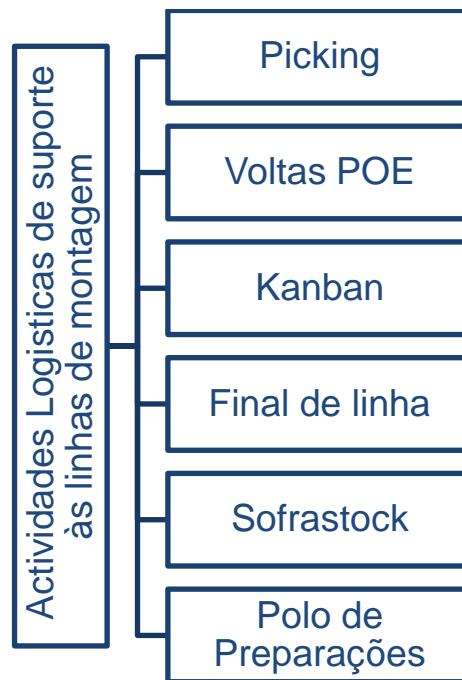


Figura 9 - Actividades da Logística na Montagem

Na linha de montagem, como demonstra a figura 12, o MOD da logística efetua o desempacotamento dos kits e abastecem no respetivo local. Para assegurar que não é colocado um kit no local errado o operador insere o código presente na caixa para que o sistema valide a indexação dos componentes.

4.1.2. Kanban

A actividade do Kanban assenta no abastecimento de grandes embalagens (GE). O abastecimento é efetuado por AGV que tem como ponto de partida o polo de preparações. O operador logístico tem como função o acoplamento das grandes embalagens referentes às referências solicitadas pelas linhas de montagem. Quando o AGV apresenta uma avaria ou a quantidade de pedidos tem um pico num determinado espaço de tempo o operador efetua a distribuição das grandes embalagens com recurso a um comboio logístico.

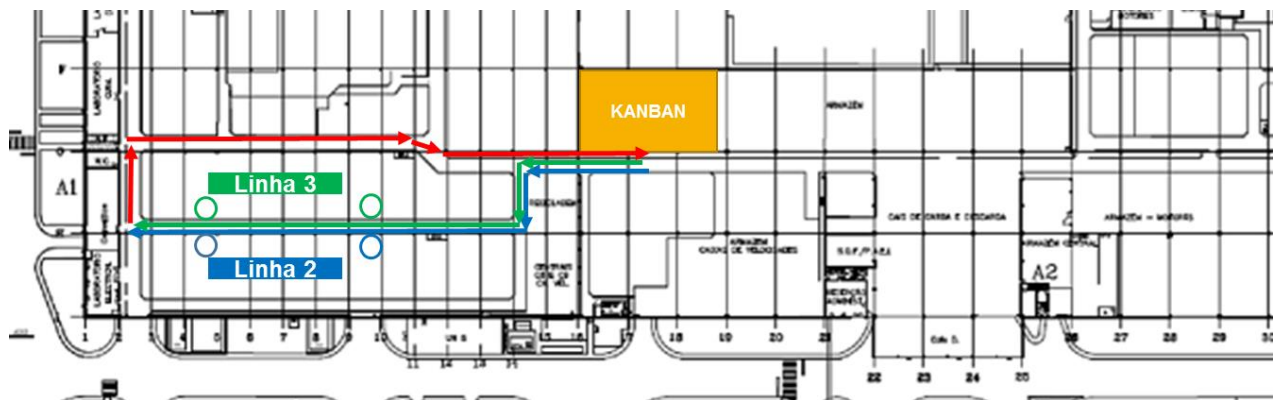


Figura 12- Fluxo logístico do Kanban

Esta situação só é aplicada como modo alternativo ao modo de funcionamento estipulado. O modo degradado é um modo de funcionamento alternativo quando o modo instituído apresenta problemas técnicos na sua execução, por exemplo, avaria do AGV.

O processo de pedido de referências funciona com um sistema de *Appel chariste*. O *Apell chariste* consiste num sistema de pedidos de abastecimento através de um sinal luminoso que quando necessário o operador num determinado posto de trabalho, solicita o abastecimento de uma determinada referencia. Ao carregar no botão de pedido, o AGV para no seu posto para que o operador engate a embalagem vazia e a envie para o polo de preparações. No polo de preparações é

acionado um sinal luminoso correspondente ao posto de trabalho que solicita a referência. Aquando a chegada do AGV com a embalagem vazia, o operador logístico recolhe a embalagem vazia e engata a embalagem a ser consumida. Ao carregar no botão correspondente ao local a ser entregue, o AGV segue o circuito predefinido e para no local designado para o operador desengatar a sua embalagem. Está alocado 1 operador por turno para operar nesta função.



Figura 13 - AGV kanban a chegar ao ponto de recolha

Com a operacionalidade do AGV garantida, como demonstra a figura 14, já foi reduzido um MOD logístico ao DSTR das linhas de montagem. No entanto está presente uma oportunidade de melhoria ao procedimento: o sistema implementado apenas tem disponíveis 7 pontos de distribuição (limitação de sistema) e sempre que é solicitado o AGV, este tem de passar pelo ponto Zero que se encontra no polo de preparações. Ou seja, sempre que um posto chama o AGV, este tem que partir do polo de preparações. Assim quando o AGV liberta uma embalagem completa, não permite carregar uma embalagem vazia no caminho de volta.

4.1.3 Voltas Pièces Ouvrées à l'Extérieur

De forma a garantir o abastecimento de pequenas embalagens (PE) está designado um operador logístico por turno para assegurar as 38 zonas de abastecimento nas duas linhas de montagem. Sendo que existem dois tipos de caixas, a JR e ND, o operador tem como modo de funcionamento o abastecimento das duas linhas de montagem através de voltas programadas (tournées) para garantir as necessidades das linhas independentemente se na linha 2 está a ser montado JR ou ND.

Assim as tournées estão definidas em ciclos de 2 e 8 horas conforme o tipo de caixa (JR ou ND) e o índice de consumo (quantas unidades de uma determinada referência são consumidas numa caixa de velocidade). O abastecimento é assegurado com o comboio logístico. O operador logístico tem então 8 tournées



Figura 14 - Fluxos logísticos das voltas POE

para abastecimento de 193 pontos nas duas linhas de montagem.

Após efetuada a respetiva volta de abastecimento o operador regista em sistema quantas caixas (UC) foram deixadas na linha. O sistema efetua o consumo em sistema, das referências e reporta quantas caixas devem ser colocadas na base rolante para o abastecimento no próximo horário. Nesta actividade está reconhecida a carga ergonómica a que se encontra sujeito o operador. Está em curso a implementação do abastecimento de algumas estantes com recurso a um AGV para reduzir a carga do operador logístico assim como eliminar o número de manipulações com as caixas.



Figura 15 - Operador a carregar bases para volta POE

A oportunidade de implementação desta solução carece ainda da capacitação das linhas de montagem de assumirem a receção e envio das estantes móveis via AGV. Não sendo a prioridade deste projeto foram dispensados alguns recursos no início de documentação e planificação da automatização do abastecimento correspondente às voltas POE.

4.1.4. Final de Linha

O final de linha corresponde ao transporte do produto acabado para armazém e o abastecimento de embalagens vazias para o carregamento do respetivo produto acabado, as caixas de velocidade. O operador logístico, com o respetivo comboio logístico, executa a recolha e armazenamento das embalagens com as caixas prontas a expedir e entrega na linha as embalagens para serem carregadas. Tal actividade necessita de um empilhador para retirar e colocar as embalagens nas bases rolantes. Em casos de embalagens incompletas é o operador logístico que tem a responsabilidade de executar a gestão apropriada, levando para a linha as embalagens incompletas que possam ser completadas.

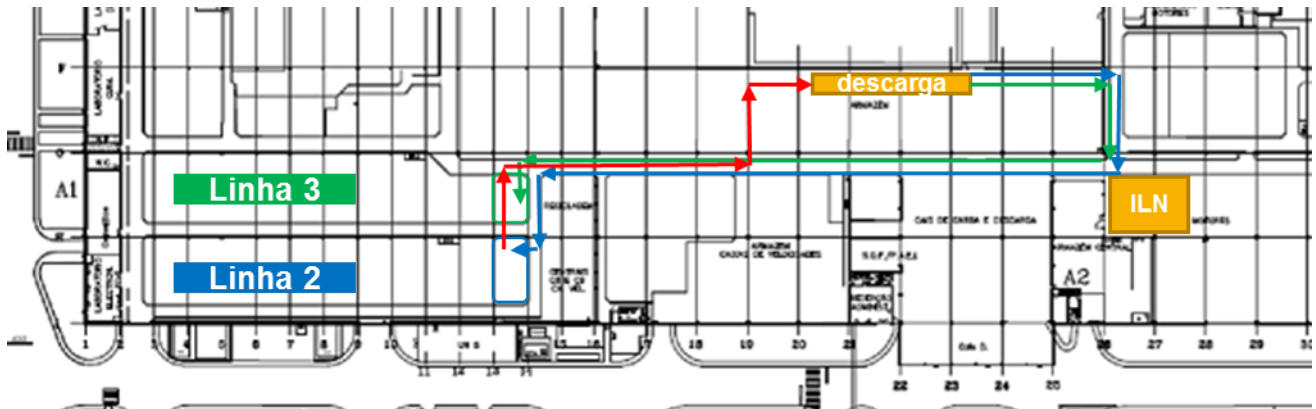


Figura 16 - Fluxos logísticos do final de linha

Existem vários tipos de embalagens, para 6, 12 e 24 caixas por embalagem. As bases rolantes estão divididas em três tipologias, as com capacidade para 6 e 12 caixas e as bases de grande dimensão para as embalagens de 24 caixas, designadas de RV5. As normas de segurança do Grupo Renault permitem um comboio logístico com a capacidade máxima de 4 bases rolantes atreladas e duas bases para o caso do RV5.

Associado ao final de linha está a cintagem das embalagens. Para salvaguarda do produto final, alguns clientes requerem a cintagem das embalagens de caixas de velocidade para salvaguardar possíveis danos durante o transporte. Assim é necessária a presença de um operador logístico no final das linhas de montagem para, antes de serem levadas para armazenamento, proceder à respetiva cintagem.



Figura 17 - Chegada de embalagens à linha de montagem

A exportação de embalagens de 24 caixas requer uma localização própria para a utilização de uma ponte rolante para o acoplamento do nível superior da embalagem com o nível inferior.

No ILN está presente mais um operador logístico que tem a função de preparar as embalagens para serem abastecidas e acondicionadas para seguir para exportação. Em algumas situações a embalagem de 24 caixas é substituída por embalagens de cartão para 8 caixas. A sua montagem e a introdução de um saco antioxidante, para salvaguarda do produto durante a viagem para o cliente, é assegurada neste posto de trabalho.

4.1.5 Sofrastock

O grupo Renault tem presente em França um fornecedor comum às fábricas mecânicas do grupo. Este fornecedor é pertencente ao grupo e tem a designação de Sofrastock. É neste fornecedor que são geridos os abastecimentos de consumíveis internos e tem também uma componente de abastecimento de pequenos componentes para as fábricas mecânicas. A Sofrastock pode ser interpretada como uma cooperativa industrial, onde pequenos e grandes fornecedores alocam os seus produtos que serão consumidos pelas fábricas de todo o mundo que, no entanto, são geridos pela entidade Renault. No caso que estamos a analisar a Sofrastock tem componentes associados às caixas de velocidade, por exemplo os parafusos de aperto da caixa, e desta forma tem presente responsabilidade da logística interna armazenar e abastecer as linhas de montagem.

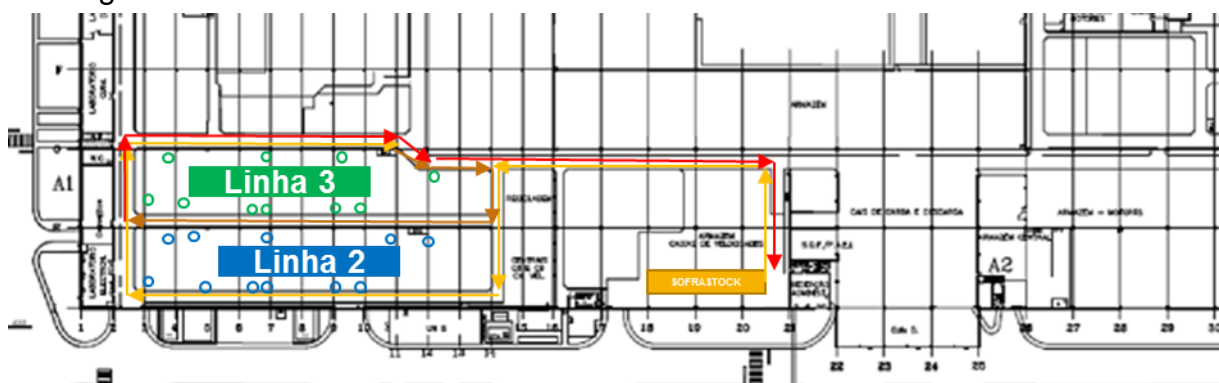


Figura 16 - Fluxo logístico de Sofrasotck

Existe uma diferenciação da Sofrastock com os outros fornecedores devido ao facto de que o método de gestão de pedidos é diferente.

No caso dos componentes POE associados às voltas POE a CACIA tem um Sistema ERP designado de GPI que tem automatizado os pedidos de componentes. Assim que estes são consumidos pela linha de montagem, ou seja, quando uma UC é destocada em armazém para ser abastecida na linha de montagem, o GPI abate esta uc ao stock físico presente em armazém. Conforme a sua dotação de consumo, calcula a quantidade de uc's que tem de efetuar para garantir que na cadência determinada de produção não existam falhas de abastecimento e que não são pedidas quantidades em excesso, por forma a garantir níveis de stock desejados. Quando os componentes chegam a CACIA, o GPI tem associada uma localização para estes e adiciona ao stock. Já no Sofrastock o método é diferente: o Sistema ERP utilizado designa-se de PSFP. Este Sistema é menos habilitado que o GPI, uma vez que não tem capacidade de efetuar pedidos assim que o consumo de componentes é efetuado. O PSFP tem de ser informado sempre que se consome os componentes Sofrastock através do inventário ao armazém. Inserindo a quantidade existente o PSFP calcula através de uma fórmula a quantidade de uc's a entregar.



Figura 17 - Operador Sofrastock a carregar bases

A necessidade de uma fórmula diferente do GPI deve-se ao facto que com os componentes Sofrastock existe um tempo de viagem, designado de em curso, de 7 dias. Assim aquando da introdução do inventário do dia de hoje, o PSFP calcula a necessidade do componente para daqui a 7 dias. Este espaço temporal é condicionado pela necessidade de um acompanhamento diário e cuidadoso dos stocks da Sofrastock. Uma alteração ao plano de produção tem de ser devidamente

Um AGV tem a função de entregar no local final as duas estantes. Sempre que uma estante é completada o operador informa o sistema que esta já foi completada assegurando toda a rastreabilidade.



Figura 19 - Operador a carregar CM para bases do AGV

Para a linha 3 o processo modifica um pouco. Para esta linha está instalada no polo de preparações uma máquina de acoplamento de componentes ao cárter. Assim foi eliminada uma actividade na linha de montagem para assegurar uma melhor performance. Assim estão presentes dois operadores, uma para acoplar na máquina os componentes aos cárteres e outro operador para abastecer as estantes moveis. Para afeitos de DSTR, estes três operadores estão alocados à MOD de fabricação o que não impacta o valor MOD logístico.

4.2 Melhoria do DSTR através da Logística.

A logística interna é uma componente essencial para a montagem das caixas de velocidade. Sem esta actividade não seria possível a produção pois é pela logística que passa o abastecimento das linhas de montagem e a retirada de produto acabado para ser expedido posteriormente.

Na ótica do produto final a logística interna não tem valor acrescentado ao produto, logo deve ser encarado como desperdício sempre que haja movimentação e transporte de materiais que podem originar defeitos, sucata e perdas de produção.

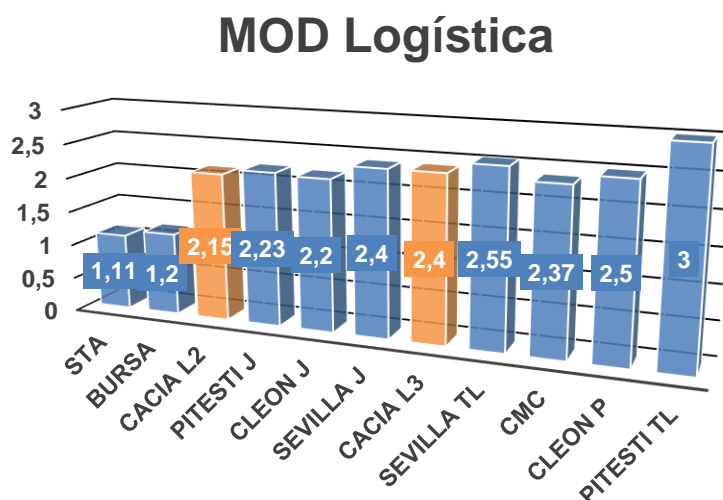


Figura 20 - Componente Mão-de-Obra Direta logística no ano de 2015

Perante o gráfico acima apresentado, temos uma perceção global da presença da mão-de-obra direta pertencente à logística relativamente às linhas de montagem de todas as unidades industriais. Constata-se que a linha 2 tem uma menor participação de MOD relativamente à linha 3 uma vez que a produção da linha 2 é inferior.

Assim existe o desafio de reduzir o MOD da logística para melhorar a competitividade da Renault CACIA. É necessário ter atenção que o incremento de produtividade das linhas não deve ter um aumento proporcional no MOD logística. É objetivo fazer mais com menos e ser benchmark para as outras unidades industriais.

Como os dados presentes sabe-se que uma redução de 1 MOD logístico origina uma redução em 10% no MOD logístico que por sua vez impacta em 5% no DSTR.

4.3 Escolha da actividade Logística

Perante uma análise transversal sobre as tarefas desempenhadas pela logística junto das linhas de montagem de caixas de velocidade foi seguida a filosofia presente na empresa, começar no cliente e terminar no fornecedor. Assim desta forma, podemos destacar o final de linha como a actividade logística mais próxima do cliente, a fábrica de montagem de automóveis. Como foi possível uma avaliação geral da participação logística nas linhas de montagem foi possível identificar qual é o impacto da mesma para o aumento capacitário e qual o estado de ocupação actual, na execução das suas tarefas.

Taxa de Ocupação por Actividade

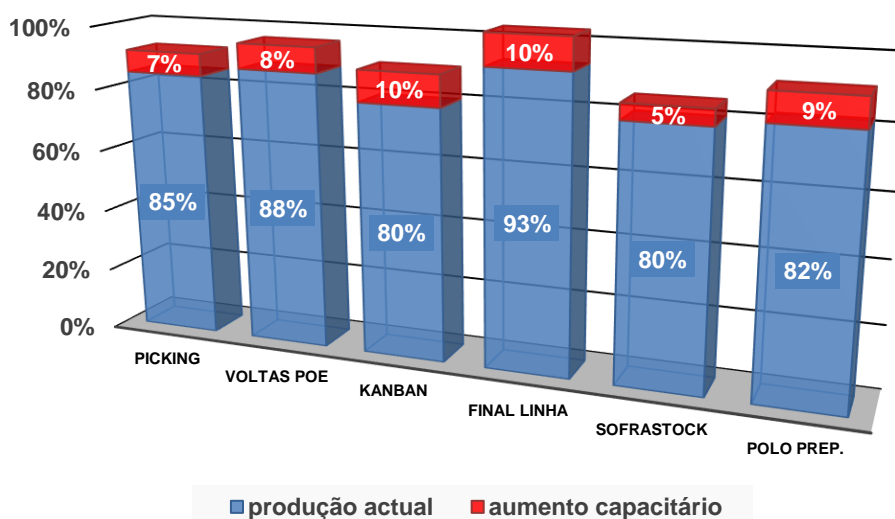


Figura 21 - Taxa de ocupação por Actividade logística (Fonte: Renault CACIA)

Perante o gráfico da figura 22, é possível identificar o final de linha como a atividade que apresenta uma taxa de ocupação próxima do seu limite capacitivo. Depreende-se assim de que se trata de uma actividade favorável a ser escolhida para o projeto. Um fator também decisivo para a escolha da actividade é a necessidade do aumento capacitário das linhas de montagem. Devido ao tipo de manipulações que são executadas no final de linha não é possível no presente momento ultrapassar a cadência já em curso, as 544 caixas na L2 e as 600 na L3, por turno. É objetivo por parte da empresa que ambas as linhas atinjam um acréscimo mínimo de 15% para assegurar o futuro industrial das mesmas.

Dessa forma foram previstos os impactos que este aumento capacitário irá significar dadas as condições atuais das actividades. O aumento capacitário no final da linha não irá conseguir satisfazer as necessidades de produção.

Como todos estes factos apresentados foi decidido pela logística interna que o foco principal será o final de linha. Melhorar a sua performance de forma a apresentar um resultado positivo nos resultados de DSTR e na capacitação do processo em acolher novos volumes de produção.

Será estudado o final de linha em 3 partes, correspondente aos 3 operadores presentes na actividade: recolha e abastecimento de embalagens, cintagem de embalagens e preparação de embalagens para exportação.

Como já descrito anteriormente, um dos operadores do fim de linha é responsável pela recolha do produto acabado na sua embalagem final e abastecimento das embalagens para as duas linhas de montagem. Existem 4 tipos de embalagem e todas são rebocadas por bases rolantes com um comboio logístico com capacidade de arrasto de 4 bases. O operador tem então a função de entregar nas linhas as bases com as embalagens prontas, e recolhe as bases com o produto acabado. Na zona de descarga recolhe as embalagens com recurso ao empilhador e armazena nas pistas ao solo referente ao índice de caixa. Por motivos de planeamento de produção acontece que algumas embalagens, em casos excepcionais, não têm a quantidade total de caixas admitidas pelo que são armazenadas à parte e registadas. Assim que no planeamento surge um índice que tenha em armazém uma embalagem incompleta, cabe ao operador abastecer essa embalagem para que possa ser completada. Nas linhas de montagem, está presente outro operador que tem a função de cintar as embalagens. Cintar consiste na aplicação de uma cinta de segurança na embalagem para assegurar que o produto acabado não sofra danos no transporte até ao cliente. Sendo que o operador se encontra no final da linha de montagem também presta apoio ao operador de linha no alinhamento das bases rolantes para posterior carregamento.

4.4. Situação Futura

No grupo Renault a designação de *want to be condition* significa a condição futura que se quer atingir num médio longo prazo. Na situação do final de linha é desejado que o número de operadores por turno passe de 3 para 2 e que sejam eliminados os comboios logísticos operados manualmente nesta atividade. É definido que o ILN seja realocado para uma zona mais próxima do fluxo logístico existente que o sistema seja capaz de assegurar o aumento capacitário previsto em 15%. O sistema terá de ser capaz de assegurar o funcionamento das variadas tipologias em embalagens para as caixas de velocidade. Em caso de rutura do sistema, terá que haver um modo degradado², para assegurar a continuidade de funcionamento das linhas de montagem.

4.4.1 Planeamento

Para a prossecução dos trabalhos foi definida uma calendarização onde são incluídas as principais etapas do projeto do final de linha, concretamente, reuniões semanais com os intervenientes, observações e recolhas de dados, identificação de melhorias, apresentação de propostas, arranque de obras civis, aquisição de equipamentos, gestão do sistema a implementar, arranque do sistema e avaliação de resultados.

Conforme a calendarização apresentada na figura 23, está previsto o término do projeto no final de agosto o que impossibilita um acompanhamento total. Desta forma será com os dados teóricos de implementação que será avaliado o sucesso/ viabilidade do projeto.



Figura 22 - Calendarização do projeto

² Modo degradado designa-se pela substituição do modo de funcionamento presente por outro na execução do mesmo

4.4.2 Memória descritiva do final de linha

Para que seja possível apresentar uma proposta viável à actividade escolhida para melhoria, segue-se uma descrição pormenorizada da actividade.

A observação e recolha de dados iniciou-se na verificação das zonas de ação que esta actividade apresenta com suporte da devida documentação que, de uma forma detalhada, especifica os fluxos logísticos presentes que sustentam as linhas de montagem.

De seguida foram feitos dois tipos de observação e recolha de dados, a primeira focou-se na medição de tempos com análise do va/nva dos postos de Trabalho, este tipo de ação pretende evidenciar os postos com menor desempenho na linha, assim como demonstrar de que forma estão repartidas as 3 tarefas da actividade. O va/nva é uma observação intensiva, que se efetua nos postos com intervenção de MOD e onde se utiliza o conceito de foto instantânea, isto é, no fluxo logístico são escolhidas zonas onde se consigam controlar visualmente várias tarefas e em intervalos de tempo constantes, regista-se as tarefas que estavam a executar nesse momento.

Neste tipo de recolha de dados, numa primeira etapa é efetuada uma reunião com os participantes na ação onde são apresentadas para cada tarefa o que é considerado valor acrescentado e o que não é. São então criadas ou adaptadas as tarefas pertencentes aos operadores numa folha de observação. Este tipo de reunião permite uma uniformização dos dados recolhidos, uma vez que os elementos dos grupos de análise são de diferentes departamentos e a sua perceção pode variar. A segunda centrou-se nos fluxos logísticos e, com o intuito de se obter um conhecimento mais aprofundado das rotas executadas pelos comboios logísticos conforme as cargas que lhe estavam afetas. Desta descrição resultaram três funções: cintagem no final de linha; recolha e entrega de embalagens e preparação de embalagens para exportação. Para suportar as 3 funções identificadas, foram levantados os modos de funcionamento para que seja possível identificar todos os aspetos que sejam impactantes para o processo que a introdução ou omissão de ações no projeto de melhoria. Nestas três funções trabalham por turnos de oito horas, três operadores, cinco dias da semana, ou seja, são necessários nove MOD de logística.

A Renault CACIA opera sete dias por semana, mas para o desenvolvimento do projeto foi definido que o desenvolvimento do projeto deve apenas considerar os cinco dias da semana. Uma vez que aos fins-de-semana a actividade é muito mais reduzida a implementação de melhorias no final de linha não seriam impactadas negativamente nestes dois dias.

4.4.2.1 Função cintagem de caixas

Para a análise desta função foram estabelecidos os principais pontos de observação que passavam por identificar as principais tarefas e os fluxos inerentes. Como descrito anteriormente o operador correspondente à cintagem das caixas tem como tarefas o acondicionamento e cintagem das caixas.



Figura 23 - Operador na cintagem de caixas

Tendo em consideração que nem todos os índices de caixas são necessários cintar, o operador distribui as suas tarefas entre as duas linhas de montagem. Quando está em linha as caixas para exportação o operador coloca os plásticos de revestimento antes da colocação das caixas para que depois no ILN sejam fechados.

Em termos ergonómicos esta função apresenta alguma intensidade quando as duas linhas estão com índices para cintagem, uma vez que a máquina de cintagem tem 3kg e o seu manuseamento consecutivo provoca algum cansaço junto do operador.

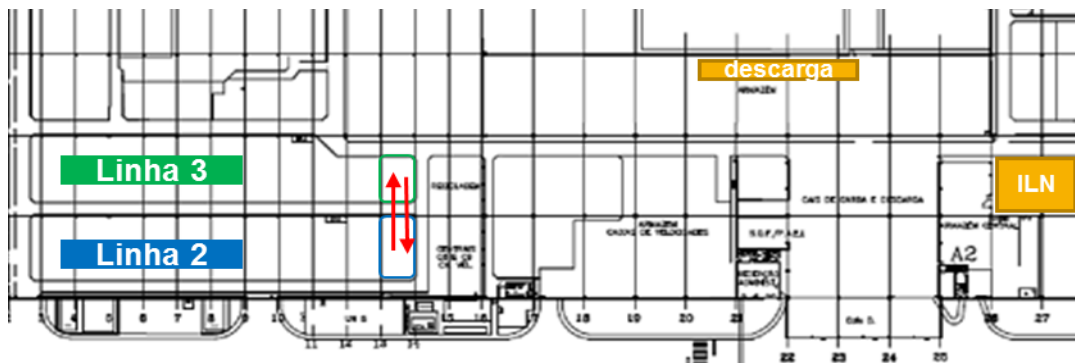


Figura 24 - Fluxo do operador de cintagem

Em termos de movimentação o operador apenas tem a deslocação da L3 para a L2.

A movimentação das bases rolantes acaba por ser também uma actividade presente. Auxilia assim a operação do operador designado no final da linha de montagem.

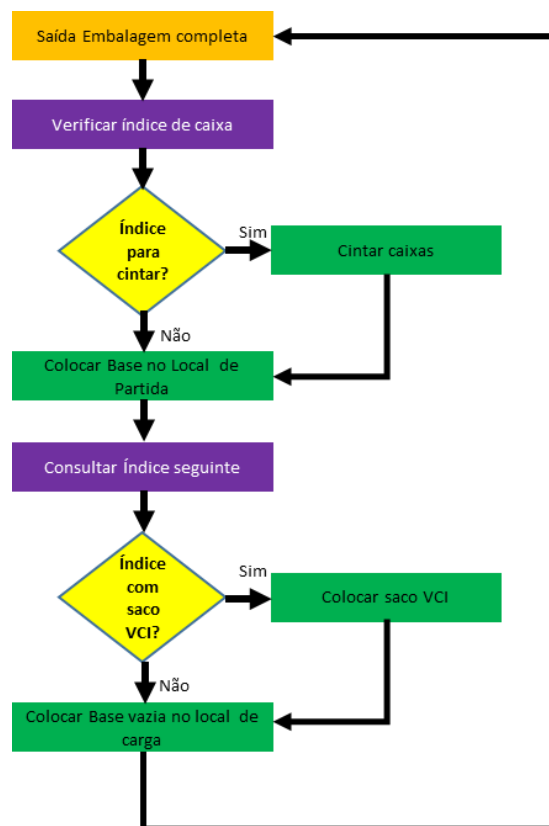


Figura 25- Modo de funcionamento para cintagem de caixas

Como é possível verificar na figura 26 o modo de funcionamento estabelecido para esta função tem presente a verificação dos índices que estão em produção, seja para verificar se são embalagens para serem cintadas ou se é necessário a colocação do saco VCI na embalagem vazia. No início de turno, cada operador recebe as ordens de produção que serão efetuadas nesse período.

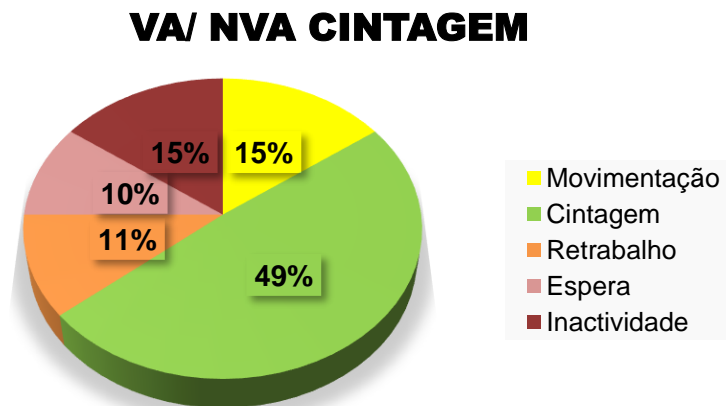


Figura 26- VA/NVA função cintagem

Perante o levantamento de dados efetuado a esta função constatamos que em termos de valor acrescentado, na ótica da logística interna, aproxima-se dos 50%. A tarefa de cintagem ocupa grande parte do tempo do operador, por outro lado, vemos um valor elevado quanto à inatividade. Esta inatividade deve-se ao facto que nem todos os índices de caixa são para serem cintados. Como se tratam de exigências do cliente, tal tarefa deve permanecer. Na movimentação está contemplada a alocação das bases para a sua correta posição, ou seja, quando o operador de recolha e entrega de embalagens à linha desengata as bases, o operador da cintagem trata de as colocar no local de carga. Após a cintagem também a tarefas de engatar as bases prontas a serem levadas. A reposição de matéria-prima para a cintagem e novos sacos VCI fica a cargo do operador onde o tempo despendido se reflete na seção espera.

4.4.2.2 Função recolha e abastecimento de embalagens

A função de recolha e abastecimento de embalagens apresenta uma maior actividade relativamente à função de cintagem. O operador recolhe as bases rolantes na L2 e desloca-se para a zona de descarga.



Figura 27 - Operador na descarga do final de linha

Quando chega à respetiva zona descarga, utiliza o empilhador para descarregar as bases rolantes e conforme o índice de caixas, coloca as embalagens na localização já definida, em pistas de rolo no solo. Assim que termina esta actividade carrega embalagens vazias nas bases rolantes e segue em direção à L3. Desengata as bases rolantes e engata as bases já com as embalagens completas e assim sucessivamente. Quando existem caixas para exportação, o operador descarrega as embalagens no ILN e vai intervalando com as embalagens de caixas do fluxo normal.

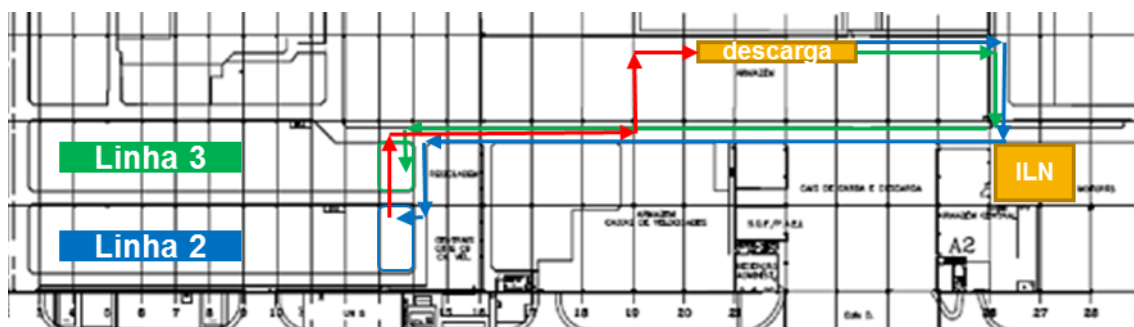


Figura 28- Fluxo logístico da recolha e abastecimento de embalagens

No fluxo logístico acima demonstrado, podemos observar que se trata de um percurso longo, aproximadamente 120 metros desde a linha 3 até à zona de descarga. Da saída desta zona de volta à linha 3 são 209 metros. O retorno às linhas é assim um valor superior devido ao sentido único de movimentação para chegada à zona de descarga. Como o ILN se encontra a uma distância ainda considerável das linhas (198 metros) a solução encontrada até a data foi a demonstrada na figura 29.

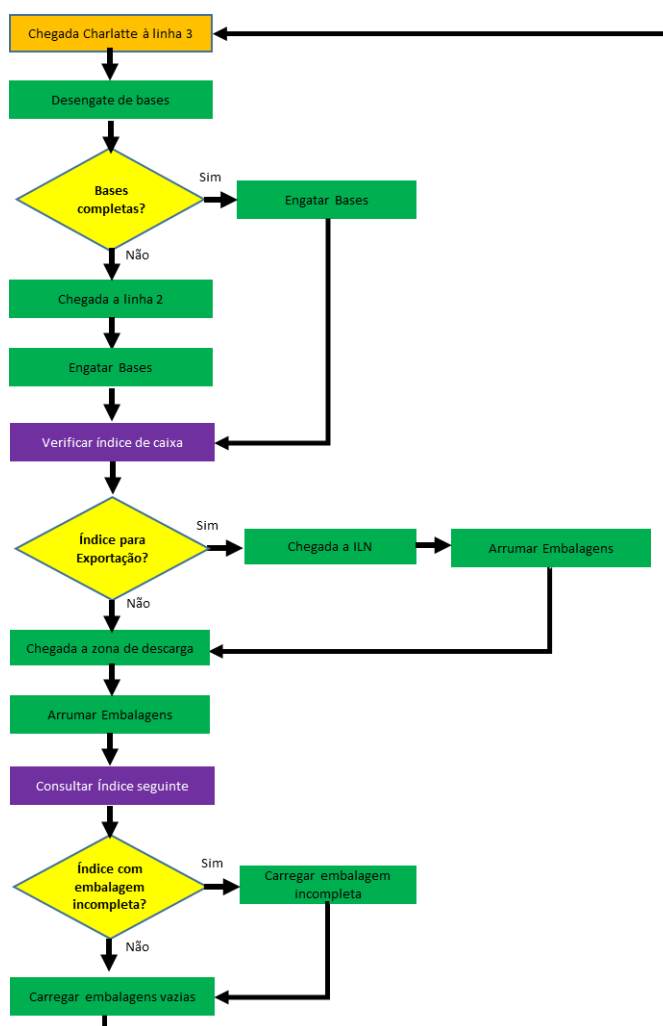


Figura 29- Modo de funcionamento do abastecimento e recolha de embalagens

Na figura 30, o modo de funcionamento definido para o operador de recolha e abastecimento de embalagens está explícita a dinâmica de o trajeto iniciar-se sempre pela chegada a linha 3, linha com a maior cadência de produção. É essencial que este modo de funcionamento seja cumprido uma vez que está presente o procedimento para a alocação de embalagens incompletas na respetiva

linha de montagem. Apesar do plano de produção considerar sempre lotes mínimos de 6 caixas com o mesmo índice, surgem situações de rejeição de uma caixa na linha de montagem. Sendo uma produção em linha não há possibilidade de introduzir a meio da produção uma caixa que corresponda ao índice da mesma rejeição. Dessa forma o operador tem a responsabilidade de gerir no armazém as embalagens que estejam incompletas, que quando oportuno volta a introduzir na linha para completar assim a embalagem.

VA/ NVA Recolha e entrega de Embalagens

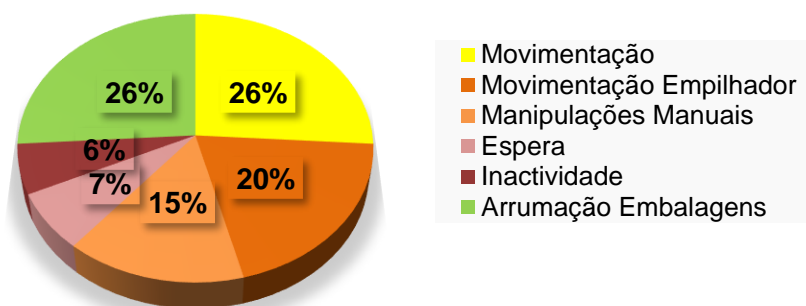


Figura 30- VA/NVA da recolha e entrega de embalagens

No seguimento do levantamento de tempos para avaliação do VA e NVA desta função, foram definidos vários pontos de observação para garantir devida fiabilidade dos dados. Na figura 31 temos o resultado deste levantamento de dados. Conforme definido nas reuniões anteriormente planeadas, foi estipulado que apenas a arrumação das embalagens nas pistas ao solo seria contabilizada como valor acrescentado para a logística interna. Assim, apenas 26% da actividade realizada pelo operador é de valor acrescentado. Como o mesmo valor a movimentação do operador, deslocação em *Charlatte*, representa uma fatia significativa da sua actividade diária. As movimentações de empilhador está caracterizada pelas manobras de descarga e carga de embalagens nas bases rolantes. Dado que se trata de produto acabado as manobras devem cumprir com todas as normas do grupo Renault para assim salvaguardar que nenhuma caixa sofra choques.

Como modo de funcionamento implementado para esta função, está presente a necessidade do operador emitir uma nova etiqueta para assim assegurar que os dois níveis da embalagem estão associados aos mesmos códigos de série das caixas presentes. Sempre que o operador registra o primeiro nível, o sistema pede de seguida o Segundo nível para assim emitir a etiqueta final. Após um lote de caixas esteja completo e tenha sido todo registado, o sistema gera um relatório como os números de série presentes nas embalagens que perfazem o lote.

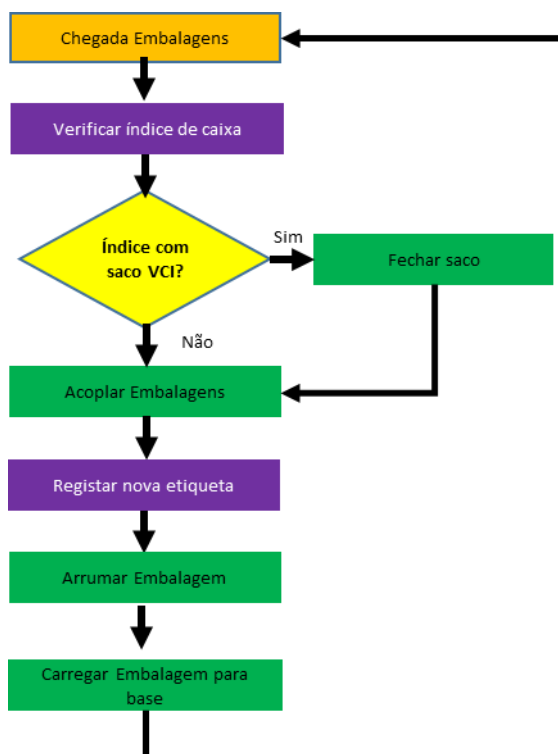


Figura 33- Modo de Funcionamento preparação embalagens para exportação

O levantamento de dados para a avaliação do VA/NVA desta função demonstra que 50% do tempo despendido pelo operador são de valor acrescentado à função. O acoplamento das embalagens apresenta o maior impacto nas tarefas do operador visto que se trata de uma tarefa que deve ser executada em segurança e exige alguma perícia do mesmo. Os 12% para o retrabalho consideram a presença de inconformidades nas embalagens vazias às quais o operador deve reportar em sistema e colocar de parte.

Também alocada a esta seção estão as actividades de ajuste da posição das caixas, que com a sua movimentação podem deslocar da posição ideal, não beneficiando o sistema de cintas que salvaguardam a sua segurança em viagem. Os 20% referentes a movimentação são as deslocações com recurso a empilhador para a colocação das embalagens no local definido e a recolha de embalagens vazias para colocar nas bases rolantes.

VA/ NVA Embalagens para Exportação

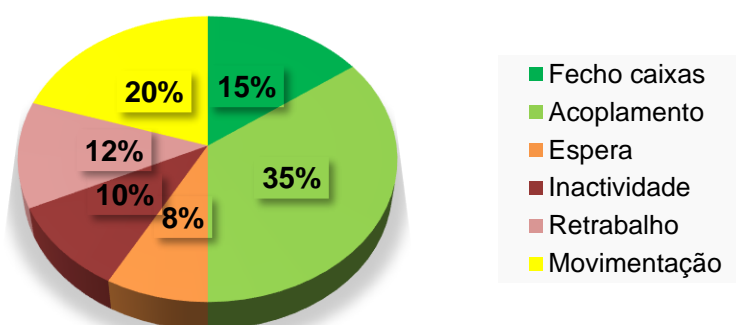


Figura 34- VA/NVA Preparação de embalagens para exportação

4.5 Apresentação de proposta

Perante as funções acima descritas, com a devida informação sobre tempos, fluxos e análise de VA/NVA foram encetadas várias reuniões semanais com o grupo. Definidas como Master planning final de linha, foram discutidas e apresentadas as necessidades do grupo, pontos de situação e troca de opiniões com outros chefes de *atelier*, com os responsáveis técnicos e, quando requisitado, o diretor da fabrica. No decorrer das reuniões foram desenvolvidas várias propostas de melhoria que focavam sempre a diminuição do DSTR e a capacitação destas actividades em 15% de forma a assegurar a nova cadência prevista para o início de 2017.

Surgiram assim dois grupos de trabalho para as seguintes temáticas:

- Como melhorar a performance do VA/NVA nestas funções.
- Como reduzir a intervenção da Logística interna nestas actividades para redução do DSTR.

Para estas temáticas foi providenciado um benchmarking da fábrica de caixas de velocidade de Sevilha, onde a automatização dos fluxos permitia resultados muito favoráveis ao DSTR e à cadência necessária. Foram apresentados os pontos críticos que apresentavam, as soluções desencadeadas dessa necessidade e os modos de funcionamento aplicados para a prossecução dos objetivos.

Após várias reuniões, foi desenvolvido um plano de Ação com a solução de automatização do fluxo de recolha e abastecimento de embalagens às linhas de montagem, a criação de uma nova localização do ILN, mais próxima do fluxo logístico e a reorganização das funções desempenhadas pelos operadores. A substituição de *charlattes* por *Automated Guided Vehicles* inclui-se na orientação estratégica do grupo Renault, que permite uma diminuição de tarefas sem valor acrescentado e que influenciam diretamente o DSTR com um ganho direto na redução de MOD.

4.5.1 Automatização do Final de Linha

Na Renault já está instituído o recurso a AGV para a execução de tarefas de recolha e entrega. Tendo em conta que o final de linha apresenta uma actividade estável, de fácil controlo e com consistência nas tarefas a desempenhar é de interesse seguir a dinâmica de standardização na automatização da recolha e entrega de produtos.

Nas outras atividades logísticas onde a automatização do fluxo logístico já está presente, os dados comprovam a sua fiabilidade e estabilidade no processo com os devidos retornos financeiros, aliados a um acréscimo da capacidade de transporte relativamente aos outros meios convencionais.

A automatização também trouxe para destaque a segurança. A segurança é a prioridade da Renault CACIA. A manipulação de meios de movimentação carece dos níveis de formação e consciencialização dos operadores, da sua atenção e respeito pelas normas. A movimentação de empilhadores em zonas de fabrico está classificada como o maior perigo e é intenção da direção a eliminação destes meios até final de 2017. Na área dos motores, a substituição dos empilhadores pelos AGV permitiram que os acidentes de empilhadores fossem eliminados e por consequente fosse possível uma redução substancial das emissões gasosas dentro das instalações.

O AGV por sua vez é um veículo elétrico que não apresenta nenhuma emissão de gases e que graças ao seu sistema de radares permite uma paragem imediata em caso de risco de colisão.

Com o conhecimento aprofundado das equipas de manutenção, a continuação bem-sucedida da implementação desta tecnologia está assegurada.

4.5.2 AGV

A Renault CACIA no desenvolver deste projeto já apresentava em funcionamento vários AGV tanto no suporte às linhas de montagem como na área dos motores no abastecimento de UM às linhas de maquinação. A empresa que providencia os AGV apresentou várias soluções para as necessidades levantadas. Destas propostas há uma opção a decidir: a standardização do parque de AGV ou a especificação dos veículos conforme as especificidades das actividades. Tendo em conta o caminho da empresa para a contínua standardização a escolha recaiu sobre a aquisição de modelos iguais aos que já operam na fábrica. Assim dadas as tipologias do AGV, o processo de transporte será por arrasto com desengate automático das bases rolantes. Os AGV's escolhidos têm a capacidade de arrasto de 1200 kg, que se traduz numa capacidade de arrasto de duas bases rolantes com o máximo de 24 caixas.

Numa fase inicial, o grupo de trabalho tinha como objetivo que os AGV's operassem em ambas as linhas de montagem, conforme as necessidades apresentadas pela cadência definida, no entanto, devido ao aumento de complexidade de programação e de fluxo que isto implicaria, foi entendido que os AGV's devem operar exclusivamente para uma linha de montagem.



Figura 35 - Proposta de AGV para final de linha

Assim um conjunto de AGVs fica associado à L2 e outro mesmo conjunto associado à L3. Desta forma também fica salvaguardado que o fluxo só é interrompido numa das linhas caso surja alguma inconformidade com o processo automatizado. A tecnologia presente nestes AGVs assegura as regras de segurança com radares para salvaguarda de colisões e com localização em tempo real para um claro acompanhamento dos veículos de forma a deteção de problemas. Estes AGVs terão, no entanto, um upgrade tecnológico comparativamente aos AGV já em funcionamento. Este upgrade é a condução sobre bandas magnéticas em

detrimento da condução com leitura ótica. Com leitura ótica o AGV segue uma linha preta em contraste com um fundo branco. O problema deste sistema é que como ainda existem vários empilhadores em movimentação estas marcações sofrem um desgaste elevado, que leva a paragem do AGV quando a linha preta desgasta e interrompe-se. Com a leitura magnética é inserido sob o solo uma fita magnética que o sensor do AGV lê e segue, não sofrendo desgaste da movimentação dos empilhadores. Outro aspeto positivo deste sistema é a eliminação do ruído visual que as bandas pretas em fundo branco geravam.

Perante as especificações técnicas dos AGV está previsto a aquisição de 3 AGV's por linha de montagem, tendo em conta que já existe um AGV de prevenção para possíveis falhas técnicas.

4.5.3. Bases Rolantes

Para que o funcionamento dos AGV's seja o devido, será necessário a aquisição de novas bases rolantes, ajustadas às normas de segurança do grupo Renault e com capacidade para arrasto tanto por veículos automáticos como para veículos convencionais (charlattes).

Um ponto que foi colocado em questão foi as variadas tipologias de bases rolantes existentes. Ao longo do tempo tinham sido adquiridas vários tipos de bases que asseguravam o funcionamento das actividades. Neste sentido, foi perceptível a necessidade de standardizar o tipo de base.

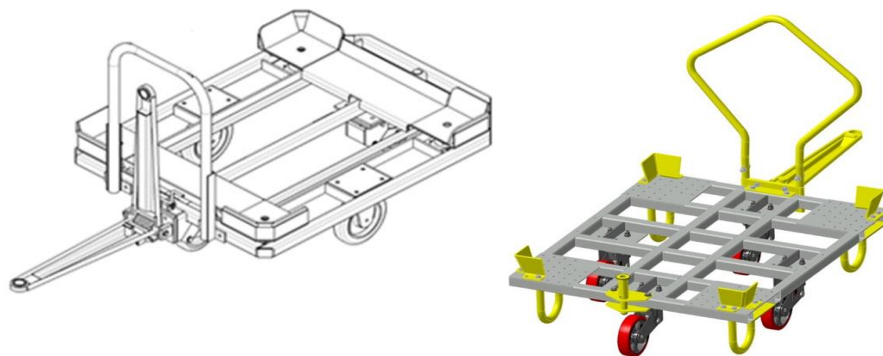


Figura 36 - Base antiga e proposta de base dinâmica

No caso concreto do final de linha estavam em operação 3 tipos de bases rolantes. Dois tipos de bases rolantes para as embalagens de cartão, de 6 e 12 caixas e bases para as embalagens RV5. Sabendo que as bases devem estar em contínua

circulação, a presença de vários tipos implicava num maior número de bases necessárias o que também impactava a área necessária para o armazenamento das mesmas quando não utilizadas.

Com o aumento previsto para 2017 da exportação de caixas via marítima, os RV5 vão ter um maior fluxo interno e desta forma foi decidido que as novas bases sejam capazes de transportar estas embalagens como as mais pequenas. Assim foi desenvolvida uma base capaz de ser dinâmica em dimensão. Com uma dimensão estrutural fixa foram introduzidos uns apliques móveis que permitem assim o transporte de embalagens mais pequenas e que não ponham em risco a deslocação da embalagem durante a viagem.

Sabendo que a capacidade de arrasto de um AGV é de 2 bases rolantes, está previsto uma aquisição de 16 bases rolantes.

4.5.4 Nova localização do Internal Logistic Network e descarga

Como já observado anteriormente, o ILN encontrava-se um pouco deslocado do fluxo logístico do final de linha. Tendo em conta que a velocidade de um AGV é inferior a um Charlotte, se o ILN não sofresse qualquer alteração seria necessário a aquisição de mais 2 AGV's para a prossecução das actividades. Outro problema seria a confluência de AGV's, charlattes e empilhadores junto da zona de expedição, que originava uma gestão dificultada do tráfego.

Por sua vez, a zona de descarga necessita de mais espaço para as manobras do AGV. Foi proposto uma junção destas duas zonas, para uma localização apropriada que não impactasse os fluxos existentes na fábrica.

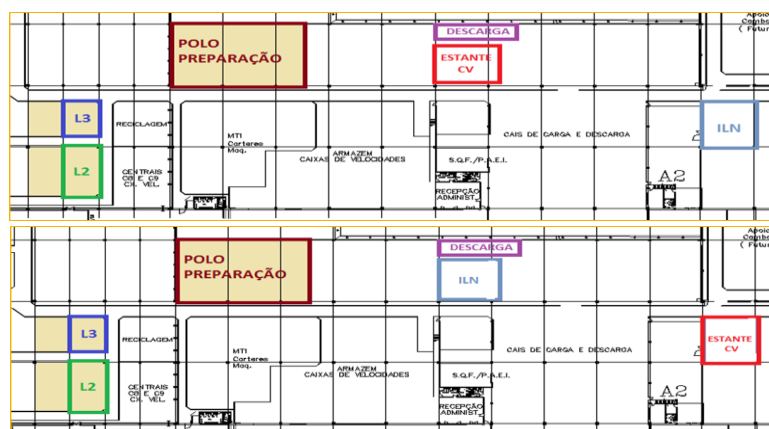


Figura 37 - Nova localização do ILN, antes e depois

Assim surgiu a oportunidade de retirar as estantes de caixas de baixo consumo para colocação da nova zona de descarga aliada do ILN.

Esta zona permite retirar algum trânsito do fluxo logístico existente à frente da expedição, reduzir a distância de deslocação dos AGV que por consequente reduz o número de veículos em funcionamento. No local do ILN seria colocada a estante para as caixas de baixo consumo. Uma vez que se tratam de índices de baixo e muito baixo consumo, não seria significativo o impacto para a expedição. Um inconveniente que fica presente na mudança de local do ILN é a perda de acesso para a movimentação de grandes máquinas para a zona dos motores. Uma vez que está agendada a chegada de uma brochadora de grandes dimensões para a zona dos motores, a montagem das estantes de caixas de baixo consumo fica adiada até à passagem da máquina para o seu local.

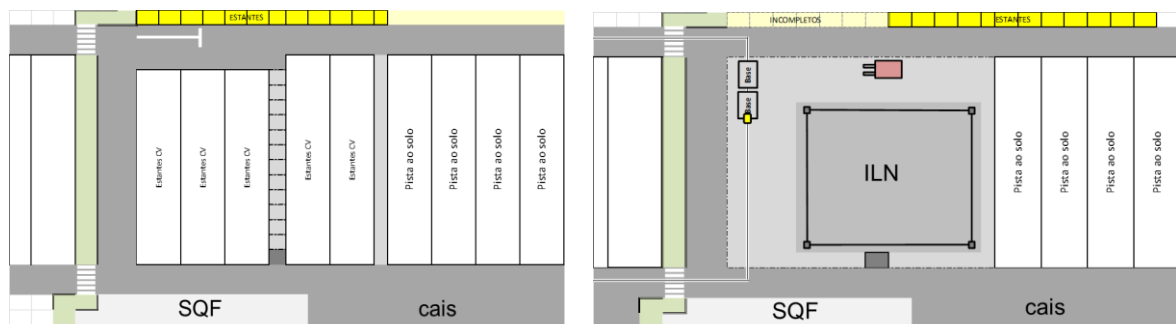


Figura 38- Detalhe da mudança do ILN, antes e depois

Em termos de equipamentos, a ponte rolante presente no ILN atual não necessita de qualquer alteração técnica, ou seja, será apenas necessário desmontar e montar no local definido. Junto à atual zona de descarga, localizado junto à parede, estão presentes estantes de armazenamento de matérias-primas seguidas de um local para as embalagens incompletas. Com esta nova localização foi identificado que tais estantes não necessitam de continuar presentes. Será feita uma reorganização das estantes que permitiu eliminar 2 módulos de estantes, aumentando assim o espaço presente para embalagens incompletas.

4.5.5. Fluxo logístico

Em função das alterações propostas para a nova localização do ILN e zona de descarga foi possível reduzir a distância de transporte das embalagens até às linhas de montagem.

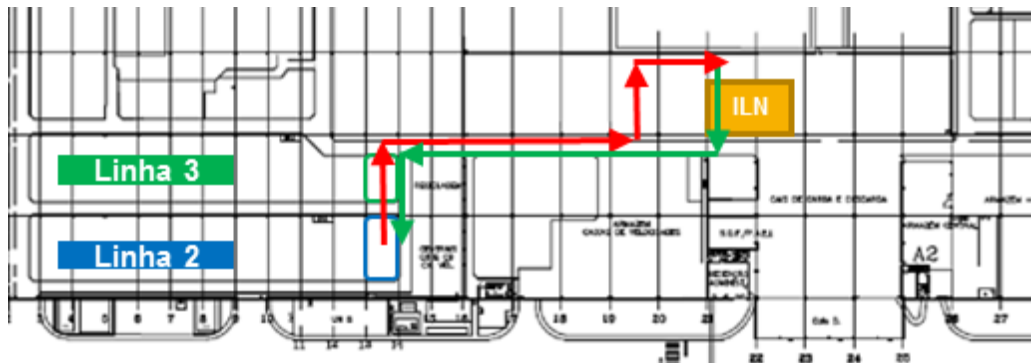


Figura 39- Novo trajeto completo para AGV

O ganho em metros é significativo uma vez que na situação atual o *Charlotte* percorria 400 metros numa volta completa e na situação futura o AGV fará a volta completa em 260 metros, representando uma redução de 35%. Como este novo trajeto foi possível a redução do trânsito de veículos junto à expedição (cais de carga).

No final das linhas de montagem foi concebido, como demonstra a figura 41, um fluxo contínuo para a movimentação dos AGV. Desta forma o operador da linha tem a colocação das bases na posição correta sem necessidade de desengatar e manipular a base para junto do seu posto de trabalho.

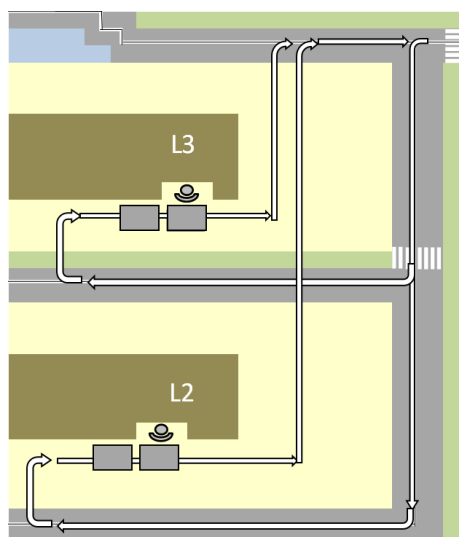


Figura 40- Fluxo do AGV nas linhas de montagem

4.5.6 Modo de funcionamento

Perante a conceção de uma nova solução para o final de linha também é necessário ter um novo modo de funcionamento. É o modo de funcionamento que explicita as tarefas necessárias e qual a cadeia de decisão necessária para salvaguardar que o sistema funciona e que nenhuma tarefa fique por atribuir aos operadores. Assim conforme as especificidades desenvolvidas segue o novo modo de funcionamento para o final de linha representado na figura 42.

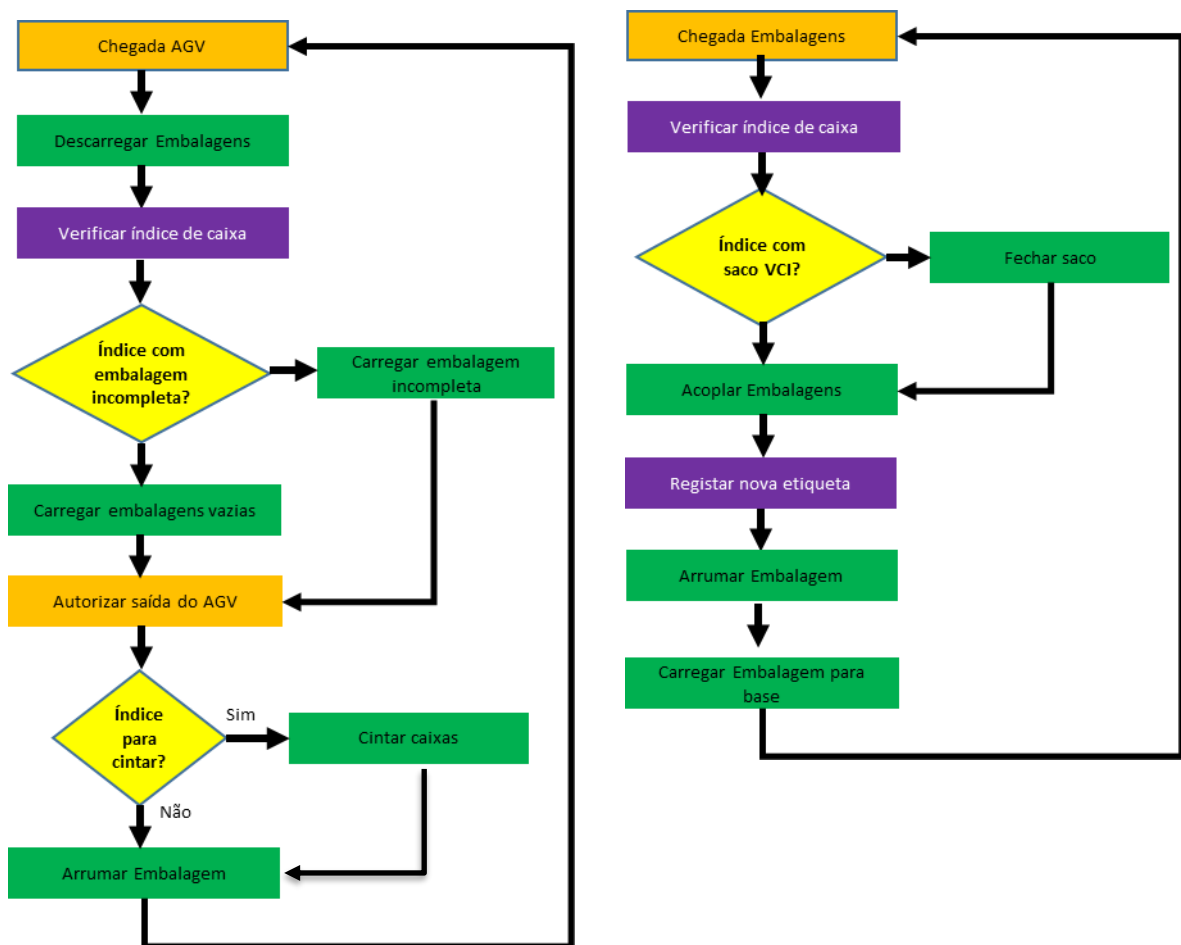


Figura 41- Modo Funcionamento Operador Recolha, abastecimento de embalagens e do Operador Preparação Embalagens para exportação

De três operadores alocados ao final de linha teremos apenas dois. O operador que estava responsável para recolha e abastecimento de embalagens assume a

cintagem de caixas uma vez que foram eliminadas as deslocações às duas linhas de montagem. A prioridade assenta da libertação do AGV após a sua chegada. Descarregar as embalagens e carregar as vazias ou, caso possível, carregar embalagens incompletas, para depois validar a saída do AGV para a respetiva linha de montagem. Assim que o AGV inicie o trajeto, tem oportunidade para cintar as embalagens e arrumar no local designado. Relativamente ao operador que prepara as embalagens para exportação as suas tarefas permanecem na mesma lógica do modelo anterior. O ganho evidenciado é a possibilidade de entreajuda dos operadores visto que se encontram no mesmo local, permitindo salvaguardar imprevistos que possam surgir no processo.

Na validação do novo modo de funcionamento foi presente a necessidade de um modo degradado, modo de funcionamento substituto do modo apresentado. Por exemplo se existir a avaria de um AGV no seu trajeto, existe em modo preventivo um AGV de substituição para iniciar o trajeto. Caso o sistema apresente alguma falha mais grave, está previsto para um período de 12 meses a permanência de um *Charlotte* para garantir que a linha de montagem não será afetada com essa falha.

4.6 Simulação

A utilização da ferramenta de simulação Arena surge com a definição de uma nova localização para ILN agregada à zona de descarga. O recurso a AGVs para a função de recolha e abastecimento de embalagens é necessário e, deve ser quantificado. Para assegurar a capacidade de resposta, em uma primeira fase construiu-se o modelo que ilustrará o cenário futuro e, numa segunda fase, através da alteração da capacidade será efetuada uma análise de cenários para a previsão de uma quantidade ótima ou sub ótima que satisfaça os requisitos das necessidades. Será também tida em conta uma previsão futura para o aumento capacitário das linhas de montagem de 700 unidades por turno para a linha 3 e 624 unidades para a linha 2.

4.6.1 Modelação

O sistema modelado tem por base duas linhas de montagem que diferem entre si o tempo entre chegadas e o número de diferentes artigos que nelas circulam. Para o caso em análise interessa apenas o transporte, feito no final de linha de cada uma das linhas, linha 2 e linha 3, zona onde se inicia a simulação.

Cada AGV tem a capacidade de transporte de duas bases, onde estas, dependendo do artigo em questão podem conter 6 ou 12 unidades.

A chegada de entidades é feita em lotes unitários em ambas as linhas. Na linha 3, circulam apenas caixas de velocidade do tipo JR e por isso acupam o espaço de 12 unidades em cada base, são, portanto, juntas temporariamente em lotes de 12 ocupando uma base do AGV, a seguir os conjuntos de 12 unidades são agrupados também temporariamente 2 em 2 para que depois o transporte seja inicializado. Na linha 2, ao contrario da linha 3, não temos apenas um tipo de artigo a circular e por isso é mais complexa a modelação. Após chegarem ao sistema, as entidades, são agrupadas em lotes de 12 unidades, que corresponde a quantidade mínima de produção que cada artigo, assegurando assim as quantidades mínimas em circulação. Como referido acima, existem na linha 2, dois tipos de caixas de velocidade, podem ser elas do tipo ND ou do tipo JR. As caixas do tipo ND acupam uma base do AGV com 6 unidades ao passo que caixas do tipo JR necessitam de 12 unidades. A frequência de circulação de caixas do tipo ND na linha 2 é 65% para 35% de caixas JR. Estas são também temporariamente agrupadas em lotes das quantidades respetivas e após duas bases finalizadas, quer do tipo JR ou ND, o AGV está pronto para inicializar o transporte.

Os AGVs são veículos de transporte automático elétrico e possuem uma velocidade de 35 metros por minuto. A distância percorrida pelo AGV na linha 3 corresponde a 125 metros na viagem de transporte e 115 metros na viagem de regresso, na linha 2 o AGV tem 125 e 135 metros a percorrer, respectivamente. Um AGV demora na linha 3, em média, cerca de 16 minutos a ser carregado, já na linha 2 dependendo de que artigo se trata em cada uma das bases pode demorar, em média, entre 9 a 18 minutos.

Após inicializado o transporte, este efetua-se até ao posto de carga e descarga comum para ambas as linhas. Este posto, com apenas um operador a seu cargo,

destina-se à descarga das bases do AGV, cintar, arrumar caixas e à carga da base já vazia ao AGV o que perfaz aproximadamente 2 minutos, tempo que o AGV está parado pois só pode arrancar quando este processo termina.

O modelo de simulação termina com a separação dos lotes temporariamente feitos e a sua alocação no armazém.

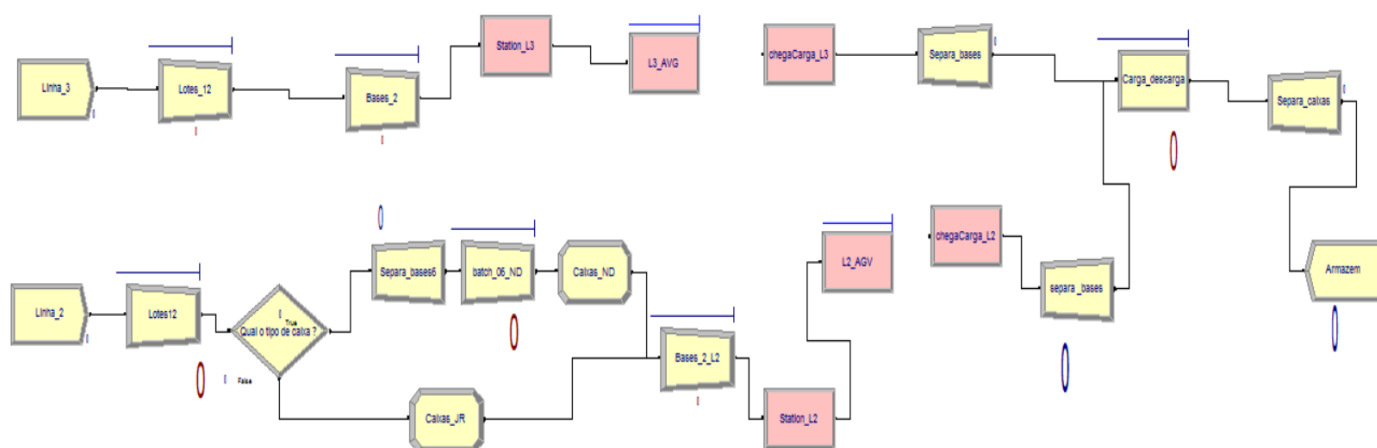


Figura 42- Modelação em ARENA

4.6.2 Passos de otimização do Sistema

Cenário 1

Em um primeiro passo, o objetivo passa por verificar o comportamento do sistema ao nível das filas de espera e taxas de utilização dos recursos. Para isso foi efetuada uma simulação de 8 horas por dia ilustrando um turno de trabalho e com a duração de 480 minutos. Na tabela 4 pode verificar-se a utilização de apenas um AGV em ambas as linhas.

Tabela 4 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 1

Recurso	Quantidade
AGV_L2	1
AGV_L3	1

Tabela 5 – Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 1

	Number Out (unidades)	Work-in-process (unidades)
Caixas_L2	321	207
Caixas_L3	486	162

Tabela 6 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 1

	Taxa de utilização (%)	Número em fila de espera	Tempo em fila de espera (minutos)
AGV_L2	98,24	11 lotes de 2 bases	125,75
AGV_L3	96,71	5 lotes de 2 bases	72,49
Op_Tempolnteiro	29,17	-	-
Carga_Descarga	-	0,18 lotes	1,25

Após correr a simulação pode verificar-se que apesar dos AGVs possuírem taxas de utilização acima dos 95%, que à primeira vista, tratando-se de uma máquina, até pode parecer positivo, mas na verdade é um risco para o sistema, colocando-o numa posição bastante débil. O tempo em fila de espera para o transporte em ambas as filas é bastante elevado bem como o número de unidades em processamento. O operador (Op_Tempolnteiro) responsável pelo processo de carga e descarga (Carga_Descarga) tem uma taxa de utilização a rondar os 30% pois está intimamente relacionado com a falta de capacidade de transporte em ambas as linhas.

Cenário 2

Neste segundo passo, após a análise de resultados no cenário 1, concluiu-se a necessidade de adição de recursos, portanto, o sistema vai ser testado novamente agora com dois AGVs em ambas as linhas.

Tabela 7 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 2

Recurso	Quantidade
AGV_L2	2
AGV_L3	2

Tabela 8 - Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 2

	Number Out (unidades)	Work-in-process (unidades)
Caixas_L2	596	70
Caixas_L3	729	56

Tabela 9 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 2

	Taxa de utilização (%)	Número em fila de espera	Tempo em fila de espera (minutos)
AGV_L2	96,45	2 lotes de 2 bases	18,63
AGV_L3	71,65	0	0
Op_TempoInteiro	50,83	-	-
Carga_Descarga	-	0,40 lotes	1,55

Para que o processo seja fluído, a criação de filas de espera na atividade de transporte é algo que prejudica gravemente o sistema e não pode existir.

Como é possível verificar nos resultados acima tabelados, a linha 3 com a utilização de dois AGVs não cria filas de espera e satisfaz a quantidade de produção futura para aquela linha (700 unidades). Por outro lado, a linha 2 continua a criar filas de espera, pelo que podemos concluir que o número de AGVs presentes não são suficientes.

Cenário 3

Neste cenário vai ser novamente testado o sistema, desta feita, com alterações de capacidade na linha 2, trabalhando com três AGVs.

Tabela 10 - Quantidade de cada recurso no sistema no cenário 3

Recurso	Quantidade
AGV_L2	3
AGV_L3	2

Tabela 11 - Resultado da Simulação de entidades referente ao Cenário 3

	Number Out (unidades)	Work-in-process (unidades)
Caixas_L2	666	48
Caixas_L3	729	56

Tabela 12 - Resultado da Simulação de recursos e processo referente ao Cenário 3

	Taxa de utilização (%)	Número em fila de espera	Tempo em fila de espera (minutos)
AGV_L2	71,02	0	0
AGV_L3	71,65	0	0
Op_TempoInteiro	54,17	-	-
Carga_Descarga	-	0,42	1,53

Como é possível verificar não existem filas de espera em nenhuma das linhas e são asseguradas as quantidades previstas de produção. Não existindo filas de espera, a adição de mais AGVs ao sistema não cria impacto em relação ao “Number Out”, baixando apenas as taxas de utilização.

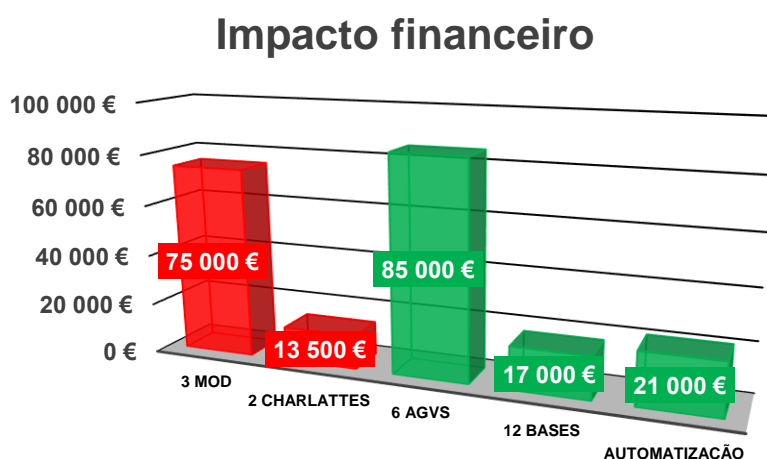
Neste momento, qualquer avaria ou simplesmente falta de carga de um AGV, sendo ele um veículo elétrico, coloca como alta a possibilidade de falha no transporte. Foi então proposta á empresa a requisição de mais um AGV para além dos 5 que asseguram a fluidez do sistema.

4.7 Análise dos resultados

Neste ponto apresenta-se a análise de resultados previstos na implementação das propostas apresentados no documento, tendo como base o DSTR e os seus componentes, assim como os ganhos indiretos identificados.

Como identificado na definição dos objetivos do trabalho, a segurança é uma prioridade para a Renault CACIA, que respeita e aplica com grande vigor as normas de segurança instituídas no grupo Renault-Nissan. A substituição de meios operados manualmente por veículos autónomos permite que sejam reduzidas as exposições ao risco na produção. Dada a cadência presente nas linhas de montagem a movimentação de charlattes era acentuada e assim o risco de incidentes elevado. Com a implementação de *Automated Guided Vehicles* equipados com o sistema de radares anti-colisão, é salvaguardado que na eminência de um embate o veículo imobiliza-se de imediato.

No seguimento da implementação da automatização de fluxos, a CACIA segue as diretivas do grupo que identifica como estratégicas no plano traçado para o futuro industrial. Fica validada a capacidade de continuar a implementação de mais projetos no seio da logística interna, graças ao *know-how* criado com este trabalho. Com a proposta da realocação do ILN para uma nova zona de descarga, apta a receber a automatização da recolha e entrega de embalagens às linhas de montagem, está previsto o ganho de 1 MOD na logística por turno.



Na Figura 43- Comparativos de gastos do antes e depois (valores indicativos)

figura 44 é possível ver o impacto financeiro de 3 MOD, dos gastos de permanência

de charlattes comparativamente à aquisição de 6 AGVs, acrescida a aquisição e bases rolantes e dos custos de implementação.

Tendo como base os gastos com 3 MODs e os gastos em Charlattes, o retorno do investimento na implementação da proposta concebida é de aproximadamente de 1,4 anos o que demonstra ser uma proposta viável, como já validado pela empresa que já disponibilizou a verba necessária para a conclusão dos trabalhos até o final do ano.

Uma das necessidades que a logística interna enfrenta é o aumento capacitário para assim dar resposta às previsões do aumento de produtividade das duas linhas de montagem, previsto em 15 pontos percentuais. A introdução de 3 AGVs por linha permitiu como a simulação demonstrou, a capacidade que o novo modelo de abastecimento e recolha de embalagens tem de albergar as novas metas produtivas.

Como referido anteriormente, a redução de 1 MOD logístico origina um decréscimo de 10% na componente de MOD logística.

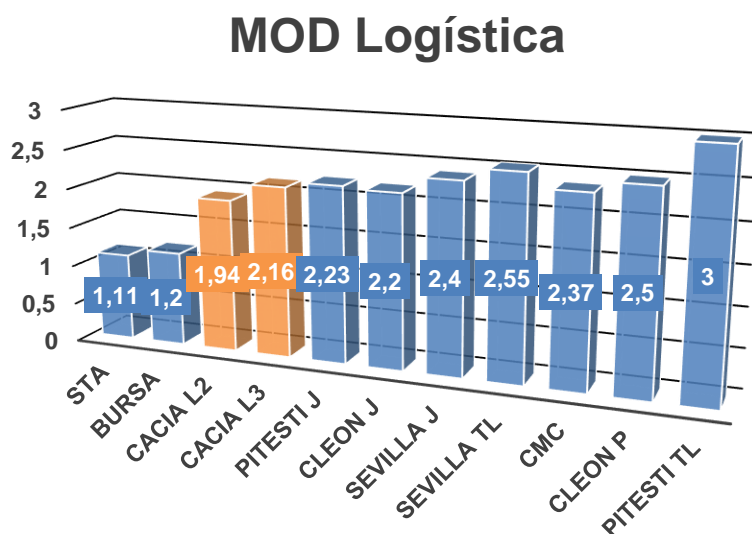


Figura 44- Componente MOD logística, valores previstos

Na figura 45 podemos ver que CACIA melhora a sua posição na L3 comparativamente aos seus concorrentes, assumindo os mesmos valores apresentados no início do trabalho, com um reforço da terceira posição da L2.

Relativamente ao DSTR a redução de 1 MOD gera um decréscimo no valor de 5%, o que favorece a empresa no objectivo de manter a 1ª posição na competitividade de fábricas de montagem de caixas de velocidade. Uma vez que estão em implementação outros projetos associados à melhoria do processo de montagem é expectável que a CACIA permaneça na liderança. No gráfico presente na figura 46 é possível verificar a trajetória descendente do DSTR na fábrica de CACIA.

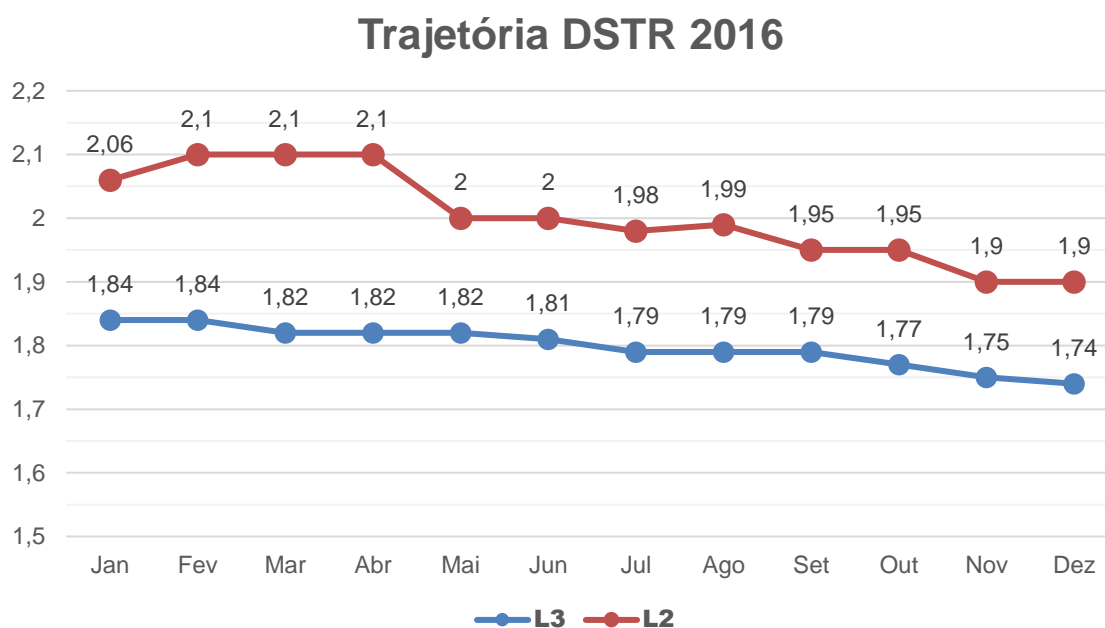


Figura 45- Trajetória DSTR 2016, valores previstos

Capítulo 5 – Conclusão

A indústria automóvel é altamente competitiva e a sua orientação para a redução de desperdício está bem vincada em todo o processo. É uma indústria onde vemos a melhoria contínua como uma filosofia no dia-a-dia do chão de fábrica. No LEAN está reconhecido o enorme potencial para as operações que permitem um aumento da competitividade e da gestão transversal de recursos. A visão presente na Renault CACIA demonstra bem isso: “ser a referência nas fábricas da Aliança pela competitividade dos nossos produtos e excelência da nossa equipa humana, para assegurarmos o nosso futuro industrial.”

O trabalho presente na dissertação foi desenvolvido no âmbito das actividades da equipa da logística interna com suporte do departamento LEAN, e foi no contexto da competitividade que surgiu a necessidade de garantir por um lado, o aumento capacitário das linhas de montagem, assim como um aumento da eficiência das actividades logísticas de suporte às linhas de montagem.

A identificação do foco de ação passou pela recolha de dados e observação das tarefas pertencentes à logística interna. Daí procedeu-se a uma análise dos fluxos e dos tempos de VA/NVA. Após a escolha da actividade a melhorar, procedeu-se a reuniões de grupo para a definição do *Want to be Condition*. O planeamento foi desenvolvido conforme as necessidades levantadas para o projeto. Entendeu-se que uma redefinição de layout iria facilitar o processo, acompanhada pela automatização da recolha e abastecimento de embalagens. A aquisição de AGV's confirma as orientações do grupo Renault e o *Know-How* presente na CACIA garantem a estabilidade do processo. A definição de novos modos de funcionamento permite que as actividades se encontrem bem formuladas e com a garantia que não surgem “zonas cinzentas” de desconhecimento do processo.

Com os dados obtidos era notório um desbalanceamento de tarefas presente no final de linha. A realocação do ILN permite uma redução do trajeto e coloca-o numa adequada zona de armazenamento. A área de trabalho torna-se maior e capaz de aumentos capacitários no futuro. A redução de MOD no processo permite atingir os objetivos de competitividade através do DSTR que, já em 2015, a CACIA foi a melhor fábrica de caixas de velocidade do grupo Renault-Nissan, procurando

manter a posição para o ano de 2016. Os ganhos são transversais e são mais uma força para o projeto de automatização de fluxo previstos para 2017.

O investimento efetuado justifica-se na capacidade de resposta que a logística interna apresenta para os aumentos capacitários assim como novos modelos de caixas de velocidade.

5.1 Limitações ao projeto

O desenvolvimento do projeto teve algumas limitações que podem ter alterado o rumo da prossecução dos objetivos do projeto.

Uma limitação do projeto passou pela recolha de informação sobre o cálculo dos indicadores na sua plenitude. Os valores retratados são dissimulados dos valores oficiais por salvaguarda da confidencialidade exigida pela empresa. Assim foram facultados valores aproximados que transparecem a proporcionalidade necessária para uma avaliação devida. No seguimento de valores disponibilizados pela empresa, os valores financeiros transpostos no documento também apresentam um acerto por questões de competitividade. No entanto foi possível apresentar o retorno de investimento.

Devido a necessidades que ocorreram durante o projeto, foram desempenhadas várias actividades que não constam no presente documento. Estas actividades consumiram determinado tempo, o que pode ter atrasado de alguma forma o levantamento de dados.

Uma vez que a Renault CACIA tem vários projetos a implementar os recursos não estavam totalmente focados o que se traduziu num alargamento no prazo para o término do mesmo.

Relativamente ao projeto na sua concepção, não foi considerado na simulação as necessidades de laboração ao fim de semana. Dado que o foco da empresa passa pela laboração semanal foi considerado não significativo para considerar para questões de viabilidade. Sendo que a actividade é irregular e de baixo volume é considerado admissível na estrutura concebida.

O documento apresenta valores estimados para uma implementação bem-sucedida, devido ao facto que no término do estágio a empresa ainda se encontrava em negociação para a aquisição dos serviços externos.

5.2 Trabalhos futuros

No decorrer do projeto, foi possível ter uma visão geral da participação da logística junto das linhas de montagem. O levantamento de informação inicial permitiu um aprofundamento que evidenciasse algumas necessidades de melhoria de processo.

Apesar da actividade escolhida ter sido o final de linha ainda há muito trabalho para desenvolver nas actividades identificadas.

Voltas POE

No abastecimento de pequenas embalagens à linha, está patente uma necessidade de redução da carga ergonómica que os operadores estão sujeitos. Através de uma avaliação ergonómica, é possível identificar que se tratam de postos de desgaste rápido e que apesar de constarem no limiar do aceitável, merecem atenção. Os fluxos logísticos são elevados sendo que o modo de abastecimento funciona num abastecimento contínuo e sempre com a mesma frequência, 4 voltas com cadências distintas perfazem num elevado movimento do operador sem valor acrescentado para o processo. Com a automatização já em curso a substituição dos charlattes por AGV apresenta uma redução de fluxos. A construção de estantes dinâmicas e móveis permitem que o operador reduza para metade o número de manipulações o que se traduz numa diminuição da carga ergonómica.

Sofrastock

Na atividade de Sofrastock fica presente a necessidade da reformulação do processo de pedidos de material. Devido às limitações legais presentes em Portugal não é possível deter material à consignação, de um parceiro comercial. O sistema implementado para gerir estes produtos originais de França tem um algoritmo que calcula a necessidade da empresa conforme o valor em stock que tem presente fisicamente. Um dos problemas passa pelas limitações do sistema. Para o consumo estipulado de 1,2 caixas diárias o sistema assume que o consumo é 2 caixas. Desta forma está presente que o desvio de 0,8 caixas que impactam nos *stocks* que estarão presentes em armazém. Para adicionar mais complexidade

o processo de envio tem um tempo de resposta de 7 dias, ou seja, após 7 dias do pedido gerado é que chegam os componentes. Isto gera problemas de gestão quando existem feriados e quando as ordens de produção têm de ser alteradas. Na situação atual a salvaguarda passa pela presença de *stocks* de segurança, mas que perdem o seu sentido uma vez que existem vários componentes para os quais não há uma previsão exata do seu consumo. Hoje o diâmetro utilizado é 2,12mm amanhã poderá ser 2,24mm. Desta forma torna-se um risco uma gestão calculada destes componentes e para que as linhas de montagem não parem por falta de um diâmetro de anilhas, procede-se ao armazenamento de quantidades de salvaguarda, que já algumas vezes são depois destruídas devido ao tempo em armazenamento e à sua oxidação.

Referências Bibliográficas

Adams, M., et al. (1999). Simulation as a tool for continuous process improvement. Simulation Conference Proceedings, 1999 Winter.

Banks, J., Carson II, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2005). Discrete-Event System Simulation. New Jersey: Pearson Education, Inc.

Banks, J., & Gibson, R. (1997). Don't Simulate when: 10 rules for determining when simulation is not appropriate. IIE Solutions, Vol. 29 Issue 9, p30.

Bonney, M. C., Zhang, Z., Head, M. A., Tien, C. C., & Barson, R. J. (1999). Are push and pull systems really so different? *International journal of production economics*, 53-64.

Cohen, Shoshanah, and Joseph Roussel. "Strategic supply chain management: The 5 disciplines for top performance." (2005).

Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. Kaizen Institute.

Ford, H. (2007). My life and work. Cosimo, Inc.

Hines, P., et al. (2004). "Learning to evolve - A review of contemporary lean thinking." *International Journal of Operations & Production Management* 24 (9-10): 994-1011.

Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean logistics. *International Journal of physical distribution & logistics management*, 27(3/4), 153-173.

Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). Simulation Modeling and Analysis. United States: McGraw-Hill Companies

Law, A. M., & Michael, M. G. (1998). Simulation of Manufacturing Systems. Winter Simulation Conference, (pp. 49-52).

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries? *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.

Mentzer, John T., Theodore P. Stank, and Terry L. Esper. "Supply chain management and its relationship to logistics, marketing, production, and operations management." *Journal of Business Logistics* 29.1 (2008): 31-46.

Nomura, J., & Takakuwa, S. (2006). Optimization of a number of containers for assembly lines: the fixed-course pick-up system. *International journal of simulation modelling*, 5(4), 155-166.

Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production. Productivity press.

Pegden, C. D., Sahnnon, R. E., & Sadowski, R. P. (1995). Introduction to Simulation Using Siman. Blacklick: McGraw-Hill, Inc.

Renault CACIA. (2015). Intranet. Obtido em 15 de dezembro de 2016, de Renault CACIA:
<http://intranet.renault.com/declic-com/en/renault-group/agv/>

Renault CACIA. (2015). *Intranet*. Obtido em 19 de janeiro de 2016, de Renault CACIA:
<http://intranet.renault.com/declic-com/en/renault-group/in-brief/>

Renault NISSAN. (2015). Alliance Facts & Figures 2015. Obtido de :
<http://www.media.blog.alliance-renault-nissan.com/>

Rhonda R., Dennis W. Krumwiede, and Robert J. Vokurka. "The relationship of logistics to supply chain management: developing a common industry definition." *Industrial Management & Data Systems* 101.8 (2001): 426-432.

Robinson, S. (2013). Conceptual Modeling for Simulation. Winter Simulation Conference, (pp. 377-387). Loughborough.

Robinson, S. (2008). Conceptual Modelling for Simulation Part I: Definition and Requirements. *Journal of the Operational Research Society*, 278-290.

Sargent, G. R. (2013). An Introduction to Verification an Validation of Simulation Models. *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference*, (pp. 321-327). Syracuse, New York.

Sargent, R. G. (2012). Verification and validation of simulation models. *Journal of Simulation*, 12- 24.

Shah, R. and P. T. Ward (2007). "Defining and developing measures of lean production." *Journal of Operations Management* 25(4): 785-805.

Shingo, S. (1989). A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint. Productivity Press.

Stevenson, W. J., & Hojati, M. (2005). Operations management (8a edição., Vol. 8). McGraw-Hill/Irwin Boston.

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system. International Journal of Production Research, 553-564.

Suzaki, K. (2010). Gestão de Operações Lean—Metodologias Kaizen para a melhoria contínua. LeanOp, 1ªEdição, setembro de, 2010, 129-133.

Womack, J. P. & D. T. Jones (1996). "Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection." Harvard Business Review 74 (5).

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*

ANEXOS

Anexo A – Simulação

A.1 Modelação

Create ? X

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals

Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

Create ? X

Name: Entity Type:

Time Between Arrivals

Type: Value: Units:

Entities per Arrival: Max Arrivals: First Creation:

Decide ? X

Name: Type:

Percent True (0-100): %

Assign ? X

Name:

Assignments:

Entity Type, ND
<End of list>

Preparação da logística interna para a automatização do abastecimento às linhas de montagem da CACIA

Stations			
	Beginning Station	Ending Station	Distance
1	Station_L3	chegaCarga_L3.Station	125
2	chegaCarga_L3.Station	Station_L3	115
Double-click here to add a new row.			

Distance - Advanced Transfer		
	Name	Stations
1	AGV_L3.Distance	2 rows
2	AGV_L2.Distance	2 rows
Double-click here to add a new row.		

Stations			
	Beginning Station	Ending Station	Distance
1	Station_L2	chegaCarga_L2.Station	135
2	chegaCarga_L2.Station	Station_L2	125
Double-click here to add a new row.			

Distance - Advanced Transfer		
	Name	Stations
1	AGV_L3.Distance	2 rows
2	AGV_L2.Distance	2 rows
Double-click here to add a new row.		

Process

?

×

Name:

Carga_Descarga

Type:

Standard

Logic

Action:

Seize Delay Release

Priority:

High(1)

Resources:

Resource, Op. TempoInteiro, 1

<End of list>

Add...

Edit...

Delete

Delay Type:

Constant

Units:

Seconds

Allocation:

Value Added

Value:

120

☒ Report Statistics

OK

Cancel

Help

Preparação da logística interna para a automatização do abastecimento às linhas de montagem da CACIA

Leave ? X

Name: Allocation:

Delay: Units:

Logic

Transfer Out: Priority:

Queue Type: Queue Name:

Transporter Name:

Selection Rule: Save Attribute:

Connect Type:

Station Type: Station Name:

OK Cancel Help

Leave ? X

Name: Allocation:

Delay: Units:

Logic

Transfer Out: Priority:

Queue Type: Queue Name:

Transporter Name:

Selection Rule: Save Attribute:

Connect Type:

Station Type: Station Name:

OK Cancel Help

Enter ? X

Name: Station Type:

Station Name:

Logic

Delay: Allocation:

Units:

Transfer In:

Transporter Name: Unit Number:

OK Cancel Help

Transporter - Advanced Transfer								
	Name	Number of Units	Type	Distance Set	Velocity	Units	Initial Position Status	Report Statistics
1	AGV_L3	2	Free Path	AGV_L3.Distance	35	Per Minute	0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	AGV_L2	3	Free Path	AGV_L2.Distance	35	Per Minute	0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.